Phys. g.
469
m

Phys. gen. 469m

1786.

<36636679670011

<36636679670011

Bayer. Staatsbibliothek

I. A. Schmidt Cath. Sc. A. V.

Joseph Danzers,
der Weltweisheit Doctors, Weltpriesters, und öffentlichen Lehrers der Naturkunde und Mathematik in dem churfürstlichen Schulhause zu Straubing

Entwurf einer theoretisch=praktischen Naturlehre.

Mit Kupfern.

Mit hochgnädiger Bewilligung des churfürstl. hochlöbl. Büchercensurcollegiums.

Augsburg,
bey Matthäus Riegers sel. Söhnen.
1777.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Seiner Excellenz
dem
Hochgebohrnen Herrn
Herrn
Joseph Franz Maria,
des
heil. röm. Reichs Grafen
von Seinsheim,

Herrn der Herrschaft Sinching, Weg, und Moßweng, Seehausen, Hochenrottenheim, Erlach, Markbreith, Prezfeld, Wanbach, dann Grafentraubach, Graßlfing, Hofkirchen und Schonach. Sr. itzt regierend, wie auch Ihrer in Gott ruhend Römisch-Kaiserl. Majestäten ꝛc.

Dann Sr. Churfürstl. Durchlaucht in Bayern ꝛc. ꝛc. wirklichen geheimen Rath, Conferenz- und der auswärtigen Geschäfften Minister, dann Oberſthofmeiſter und Pfleger zu Schongau, wie auch Obererbkammerer des Herzogthums Franken, des Churbayeriſchen hohen Ritterordens des heiligen Georgius Großkommenthurn.

Seinem

gnädigen Herrn Herrn

ꝛc. ꝛc.

Euer

Euer Excellenz,

Hochgebohrner Reichsgraf,

gnädiger Herr Herr!

Unterstützung und Aufmunterung der Wissenschaften war immer ein karakteristischer Hauptzug des reichsgräflich-Seinsheimischen Hauses, wovon es sich in dem straubingischen Schulhause das rühmlichste Denkmal gestiftet: denn durch dessen Mildthätigkeit werden da schon von so

langer Zeit her die jährlichen Schulübungspreise der studierenden Jugend ausgetheilet.

Wie sehr **Euer Excellenz** von diesem angebohrnen Eifer für Verbreitung der Wissenschaften und Aufklärung der Jugend belebet werden, davon könnte schon die neu errichtete Schule zu

Sin=

Sinhing einen hinlänglichen Beweis geben. Ein besonders aufgestellter und reichlich besoldeter Lehrer: die in eigener hohen Person gehaltene Prüfung der Schüler, und die so großmüthig darunter ausgetheilte häufige Preise zeigen zur Genüge, wie weit Euer Excellenz über das ver-

jährte Vorurtheil hinaus sind. -- Dorfkinder hätten genug, wenn sie den Katechismus und das Evangelium lesen, und die gelehrtern unter ihnen zur Noth ihren Namen schreiben könnten.

So sucht nur der große aufgeklärte Patriot die Quellen des allgemeinen Glückes auf, und

hält

hält selbst im Gedränge der wich-
tigsten Staatsgeschäfften nichts
für klein, oder unbedeutend, was
dahin eine Beziehung hat.

Ueberzeugt von dieser thäti-
gen Vaterlandsliebe hat unser
theuerster Maximilian, der
es sich zum besondern Ge-
schäffte macht, durch die wei-

festen Erziehungsanstalten das Glück auch seiner künftigen Nation zu befestigen, Euer Excellenz zum besondern Beschützer der Wissenschaften aufgestellt.

Eben nur aus diesem Grunde kann ich mir eine Ursache angeben, daß Euer Excellenz mein bishe-

bisheriges Lehramt mit so vielen Gnaden angesehen haben, die es mir zur Pflicht machen **Hochdenselben** die Erstlinge meiner Arbeiten zu widmen.

Welche Aufmunterung für mich, wenn ich wenigst durch die Redlichkeit meiner Absichten **Hochdenselben** mächtigen

Schutz

Schutz einigermaßen verdiente, den ich mir in tiefester Ehrfurcht erbitte.

Euer Hochgräfl. Excellenz
Meines gnädigen Herrn
Herrn &c. &c.

unterthänigster
Joseph Danzer, Professor.

Innhalt.

Innhalt.

Einleitung. Seite 1

Erste Abhandlung.

Von den Körpern und der Materie überhaupt. 13

Zweyte Abhandlung.

Von den unthätigen Eigenschaften der Körper. 20

Erster Abschnitt. Von der Theilbarkeit. 21

Zweyter Abschnitt. Von der Undurchdringlichkeit. 25

Dritter Abschnitt. Von der Ausdehnung und Gestalt der Körper. 32

Vierter Abschnitt. Von den Zwischenräumen. 40

Dritte Abhandlung.

Von den thätigen Eigenschaften der Körper. 54

Erster Abschnitt. Von dem Zusammenhange der Körper. ebendas.

Zweyter Abschnitt. Von der Elasticität, oder Schnellkraft der Körper. 69

Dritter Abschnitt. Von der Schwere der irdischen Körper. 83

Vierte

Innhalt.

Vierte Abhandlung.

Von der Bewegung der Körper, und den bewegenden Kräften. Seite 96
Erster Abschnitt. Von der Bewegung überhaupt. ebendas.
Zweyter Abschnitt. Von den bewegenden Kräften. 112
Dritter Abschnitt. Von einigen Wirkungen der Körper, die sie nur in gewissen Umständen hervorbringen. 127
Von dem Stoße der Körper. ebendas.
Von der zurückgeworfenen, und gebrochenen Bewegung. 136
Von der schiefen Fläche. 142
Von dem Pendel. 145
Vierter Abschnitt. Von den Centralkräften. 159
Fünfter Abschnitt. Von den wirklich in der Natur vorhandenen Kräften der Körper. 183
Von dem wirklichen Daseyn der Attraction. 197
Von der zurücktreibenden Kraft. 201
Begriff des Körpers. 205

Einlei-

Einleitung.

§. 1. Die Naturlehre ist eine Wissenschaft, welche die Kräften und Eigenschaften der Körper durchforschet, und die hinlänglichen Gründe ihrer Wirkungen angiebt.

Die Naturlehre unterscheidet sich also von der Naturgeschichte darinn, daß diese nur die Merkmaale der Körper erzählet, jene aber auch das Innere derselben, und die Ursache ihrer Wirkungen durchsucht.

Die Bestimmung, und das Amt eines Naturforschers heischet also, daß er die Welt studiere, das, was darinn vorgeht, genau bemerke, und nur daraus seine Känntnisse herhole; er darf nie dem Körper nach seinem Gefallen, oder Sisteme Eigenschaften, und Kräften andichten, nie sich eine Welt in seinem Gehirne schaffen,

oder diese mit dem des Cartes (*), nicht wie sie ist, sondern wie sie seyn könnte, betrachten. So könnte man ja auch eine Naturgeschichte von bloß möglichen Thieren, Pflanzen, u. d. g. träumen, aber was soll die?

Anmerk. Eine Eigenschaft eines Dinges heißen wir das, was aus seinem Wesen folget. Unter dem Worte Kraft aber verstehen wir das Vermögen eine Wirklichkeit hervor zu bringen. Die wesentliche Eigenschaft eines Dinges, in welchem die Gründe seiner bestimmten Wirkungen liegen, machen seine Natur aus; daher kommen die Naturgesätze in der Physik, das ist, gewisse Regeln, oder Vorschriften, nach denen sie unter einerley Bestimmungen, nur einerley Wirkungen hervor bringen.

§. 2. Nur die Erfahrung ist die wahre Quelle, aus der ein Naturkündiger schöpfen kann.

Nur diese kann uns für das, was die Körper wirklich haben, Bürge stehen, nicht das Ansehen großer Geister, berühmter Schulen, allgemeiner Systeme: sonst müßten wir noch heut zu Tage aristotelisch denken: auch selbst die Vernunft nicht, denn auch diese, wenn sie sich nicht auf die Erfahrung, oder Nothwendigkeit gründet, kann bloß von der Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit, niemals aber von dem wirklichen Da-

(*) Part. 3. Principiorum.

Daseyn einer Sache Zeuge seyn. Aus diesem Hauptgrundsatze entstehen diese Folgsätze.

1. Nur jene Eigenschaften und Kräfte können dem Körper mit Wahrheitsgrunde zugeeignet werden, welche die Erfahrung zeiget.

2. Eine Eigenschaft, die wir in allen Körpern, mit denen sich Versuche machen lassen, wahrnehmen, kann auch als den übrigen eigen, folglich als eine allgemeine Eigenschaft aller Körper angenommen werden: es ist dieß die berufene Gleichförmigkeit der Natur, (Analogia Naturæ) auf welche sich sogar nach Jacquiers Zeugnisse (*) die meisten Handlungen der Menschen gründen.

3. Wenn von der Ursache einer Wirkung die Rede ist, so ist es nicht genug, daß die Ursache möglich, und zur Erklärung der Wirkung hinlänglich sey (eine Art zu schließen, die nur den Cartesianern gemein ist) sie muß auch wirklich da seyn; das, was nicht wirklich existiert, kann unmöglich die Ursache einer existierenden Wirkung seyn.

4. Ein Satz, der sich auf einhellige und allgemeine Erfahrung gründet, kann ungeachtet einiger metaphysischer Schwierigkeiten, welche ohnehin kaum einmal vollkommen gehoben werden, solang als wahr, oder doch höchst wahrscheinlich angenommen werden, bis das Gegentheil offenbar bewiesen ist.

Neben

(*) Institut. philos. Tom. 4. de regulis philosophandi.

Neben diesen allgemeinen Vorschriften, auf die ich in Zukunft rechnen werde, folget aus dem nämlichen Grunde noch.

1. Die Physik auf bloß metaphysische Grundsätze, allgemeine Systeme, und Hypotesen bauen, heißt sich selbst den Weg zur Wahrheit verschließen. Hypotesen haben im besondern ihren Nutzen, aber im allgemeinen taugen sie gewiß nichts.

2. Der Lieblingssatz von vielen — man setze ein System fest, und leite daraus alles her, ist grundfalsch, wenn sich etwa die Natur nicht nach ihrem Kopfe umbildet.

3. Allgemeine, unübertretliche Vorschriften, Vertheidigungs- und Widersprechungsgeist, Gefälligkeit oder Nothwendigkeit fremden Meynungen beyzupflichten, Sektirerey, u. d. g. schaden der Naturkunde beynahe eben so viel, als das Monopolium den Wissenschaften überhaupt: was da Privatabsichten thun, thut dort will- oder unwillkürlicher Zwang.

1. Anmerk. Wenn wir einen Körper in dem Zustande betrachten, in welchem er von sich selbst ist, so ist es eine Beobachtung (Observatio), wir beobachten einen Kometen, eine Finsterniß. — Setzen wir aber den Körper in einen andern Zustand, z. B. einen Ducaten in luftleeren Raum, um zu sehen, was er dort in Vergleichung mit andern Körpern für ein Gewicht, oder Geschwindigkeit äußere, so heißt es ein Versuch (Experimentum). Die Veränderungen überhaupt, welche mit den Körpern vorgehen, werden Natursbegebenheiten (Phœnomena) genennet.

2. Anmerk. Bey Beobachtungen und Versuchen ist 1. Unpartheylichkeit. 2. Vollkommenheit der Instrumente. 3. Aufmerksamkeit auf alle Nebensachen. 4. Oeftere Wiederholung unter den nämlichen, und veränderten Umständen. 5. Das Ansehen derer, die sie gemacht haben, wenn von fremden die Rede ist, wohl in Acht zu nehmen.

§. 3. Neben dem, daß die Naturlehre unsre Einsichten in Absicht auf die natürlichen Dinge erweiteret, ist die Erkänntniß der göttlichen Vollkommenheiten der erhabenste Endzweck derselben.

Ist nicht die Naturlehre ein weites unabsehliches Feld, in welchem sich allenthalben handgreifliche Beweise von dem Daseyn der Allmacht, Weisheit und Güte &c. eines unendlichen Wesens darstellen? Vom Elemente bis zum Sonnenkörper sieht der Naturforscher Wunder seiner Hände, und Geheimnisse für den Verstand: stufenweis, wie sein Känntniß, wächst auch die Verherrlichung seines Schöpfers in ihm; und wenn sich sein forschendes Aug in dem unendlichen Gewimmel der Dinge verliert, und er zugleich das Eingeschränkte seiner Känntnisse wahrnimmt, dann tritt er staunend zurücke, und von tiefester Ehrfurcht und Anbethung durchdrungen wagt er es nicht mehr das Heiligthum höherer Geheimnisse, und der Religion

aufzuschließen, und dort wissen zu wollen, wo er nur glauben soll.

§. 4. Sehen wir auf den Nutzen, den die Naturkunde dem ganzen Staate überhaupt, und einem jeden Gliede insbesondere verschafft, so können wir mit gutem Grunde behaupten, daß sie in einem wohleingerichteten Staate unentbehrlich, und so sehr zu erweitern, so gründlich zu lehren, so gemeinschaftlich zu machen, als nur möglich ist.

Wer an der Richtigkeit dieses Satzes zweifelt, muß nicht einmal von den Gegenständen der Naturkunde ein Känntniß haben. Wo diese herrschet, blühen alle Künste und Manufacturen, der Bauer wird zum Landwirth, der Schiffer zum Seefahrer, der Handwerker, der Künstler zum Meister und Erfindler, der Wissenschaftler zum Gelehrten, wenn ihn anders die Natur nicht zum Stümper und Taglöhner bestimmet hat (*). Die Körper, der unmittelbare

(*) Von der Richtigkeit dieser Sache ist die Geschichte ein redender Beweis, und die Erfahrung überzeuget uns. Wir haben die beßten Instrumente aus Engelland und Frankreich, wir bewundern ihre Maschinen und Erfindungen; sie haben angefangen

re Gegenstand dieser Wissenschaft, von denen uns einige so schädlich, einige so nützlich sind, geben

---

fangen ganze Oerter in fruchtbare Gegenden zu verändern: wo macht man sich aber die Naturkunde zu einem wichtigeren Gegenstande, als eben da? Der berühmte Herr Brander, dieser so große Mechanikus, welcher unserm Deutschlande so viele Ehre macht, zeiget in seinen Schriften, wie sehr er sich mit ihr allenthalben bekannt gemacht habe, um zu so einem Manne und Erfinder zu werden, als ihn die heutige gelehrte Welt bewundert. Und was für guten Erfolg kann sich nicht der Deutsche in einer Wissenschaft noch ferners versprechen, zu der er besonders aufgelegt zu seyn scheint; die großen Männer sind Zeugen davon, die Deutschland in diesem Fache aufzuweisen hat. Georg Purbach, Johann Königsberger (Regiomontanus), Bernhard Walter haben in Europa zuerst der Astronomie wieder aufgeholfen. Neuton, der große Neuton nennet Deutschland eine fruchtbare, aber auch undankbare Mutter großer Geister, und gestehet selbst, was er einem Keppler, einem Dörfl, einem Kopernick schuldig sey. Otto Gnerick, der Erfinder der Luftpumpe, der Freyherr von Wolf, und Leibnitz sind Männer, um die uns die Ausländer beneiden. Einen Euler, Lambert, Mayer, Karsten, Segner und Kästner bewundert London und Paris, und beyde haben schon ihre Werke belohnet. ---

Nach den ersten so glücklichen Schritten, welche die Akademie zu München, und die ökonomische Gesellschaft zu Burghausen unter dem Schutze ihres preiswürdigsten Stifters bereits gemacht haben, denke ich nicht, daß Bayern von Deutschland eine Ausnahme machen soll, --- --- wir müßten nur wieder zurücke treten.

geben uns bey jedem Schritte zu schaffen. Die eine Hälfte von uns ist ganz körperlich, und läßt uns die Nothwendigkeit dieser Känntniß ziemlich fühlen. Ist sie also nicht in einem wohleingerichteten Staate, besonders, wo an der Aufklärung der Wissenschaften und Künste gearbeitet wird, unentbehrlich? Sonst sagt man, wer eine Wirkung will, muß auch die Mittel wollen.

§. 5. Wenn nun aber die Naturkunde die Vortheile gewähren soll, die in ihr liegen, so muß sie der Lehrer nicht für sich, das ist, in einem nur blendenden, geräuschmachenden Tone, sondern brauch- und anwendbar lehren.

Dahin soll also die ganze Einrichtung derselben abzwecken. Ich hatte für meinen Unterrichtsplan folgende Regeln festgesetzt.

1. Sie soll mit einer patriotischen Aufrichtigkeit, faßlichen Methode, und studierten Deutlichkeit ohne schulgerechtes Geziere vorgetragen werden. Oft verstehet der Schüler etwas, das man ihm mit gemeinen, doch nicht pöbelhaften Worten hinsagt, welches ihm der erhabene Vortrag eines beredten Lehrers mit hundert Schönheiten niemal begreiflich machen wird; besonders wollte ich aus keiner Sache ein Geheimniß machen.

2. Die

2. Die Physik, glaubte ich, soll ganz, das ist, nach allen ihren Theilen gelehret, allenthalben die Hauptgründe, und besondere Ausnahme gewiesen, und den jungen Leuten die Mittel an die Hand gegeben werden, sich einst nach Maaß ihres Genies und Berufs zu vervollkommen. Eine Wissenschaft, die nicht ganz gelernt wird, wird gar nicht gelernet, und das heißt, aus allem etwas, im Ganzen nichts lernen, wenn man aus allen Wissenschaften nur Theile lernt.

3. Praktisch soll sie seyn, das ist, nicht nur mit interessanten Beyspielen und Aufgaben, mit einschlagenden Versuchen und Beobachtungen, die der Schüler selbst machen soll, durchwebet, sondern vorzüglich der Nutzen, den sie im gemeinen Leben verschaffet, gezeigt werden.

4. Dabey dürfte man doch die Theorie nie aus den Augen verlieren. Neben dem, daß sie den unmittelbaren Grund der Sache enthält, so lehret sie die jungen Leute auf alles aufmerksam seyn, und auch einst als Mann immer auf den Grund der Sache sehen. Etlichemal wollte ich von der schwerern Theorie etwas weglassen, weil ich sie eben nicht für so nothwendig hielt, allein die Wißbegierde meiner Lehrlinge ließ es nicht geschehen: sie wollten die Sache auf den Grund verstehen.

5. Die Mathematik, als die Seele der Naturlehre, soll allenthalben herrschen. Der Schöpfer, der alles in Zahl, Gewichte und Maaß anordnete, hat die Natur selbst allenthalben mathe-

thematisch gemacht (*). Freylich giebt es einige, welche die Mathematik gern aus der Physik verbannt wissen möchten; warum aber das? — Die Traube taugt nichts, sprach der Fuchs in der Fabel.

6. Gegenstände von besondern Nutzen, zum Beyspiele, Mechanik, Hydrostatik, Chymie, so weit sie in die Physik einschlägt, und gemeinnützlich ist, u. a. sollen vor allen betrieben werden. Die Chymie hat neben dem gemeinschaftlichen noch diesen Vorzug, daß sie auf das Innere der Körper führt, da wir sonst nur auf der Oberfläche herumtappen. Wir packen hier die Natur auf der That, und sie muß uns gleichsam wider ihren Willen ihre Heimlichkeiten vorzeigen.

7. Die Sprache, in der sie vorgetragen wird, soll hauptsächlich vaterländisch seyn. Verständlichkeit ist durchaus nothwendig, denke ich, wenn man etwas lernen soll; und die Sprache, die mit einem aufwächst, wird doch immer zum leichtesten, zum beßten begriffen. So dachten alle auswärtige Nationen vor uns, so denkt auch allgemach Deutschland, und die Erfahrung hat mich überzeugt, daß sie recht haben (**).

Die

(*) Gullielm. Cum enim natura ubique sit mathematica, idem est naturam absque Mathesi expiscari velle, ac sine cruribus ambulare.

(**) Die größten Weltweisen haben allemal in ihrer Muttersprache geschrieben. Mit dem Auf- und Ab-

nahme

Dieses sind nun die Vorschriften, nur Vorschriften für mich, nach welchen ich meinen ganzen Plan sowohl der gewöhnlichen Vorlesungen, als dieses Entwurfs einrichtete. Ich bin darinn meistens dem Geschmacke des Muratori (*) und anderer gefolget. Die Erfahrung ist wirklich die Grundfeste (§. 2.) meines ganzen Lehrgebäudes. Sogar die Kräften Theorie, und einige metaphysische Streitigkeiten sind nach Büschens Lehre (**) soviel als möglich daher geholet. Ob ich mit der übrigen Einrichtung recht daran bin, weis ich nun nicht: mir schien sie wenigst vortheilhaft.

Bey einem jeden Gegenstande setze ich anfänglich den Begriff und die Meynungen der Gelehrten voraus; dann folget die Erfahrung; auf diese die Theorie in Grund- und Folgesätzen, welche letztere mit römischen Buchstaben unterschieden sind. Endlich kömmt der Nutzen, und die praktische Anwendung, die man in verschie-

---

nahme der lateinischen Sprache stunden auch die Wissenschaften bey den Römern in genauesten Verhältnissen, und wenn wir die Geschichte fragen, so finden wir, daß auch die ernsthaften Wissenschaften bey einer Nation erst alsdann recht aufzublühen angefangen haben, wenn sie in ihrer Muttersprache behandelt, und gelehret wurden. Engelland, und Frankreich sind uns hierinn untrügliche Zeugen.

(*) Abhandlung von dem guten Geschmacke in den Künsten und Wissenschaften.

(**) Encyclopädie Einleitung.

schiedenen Künsten, Manufacturen, u. a., oder auch im gemeinen Leben von der Materie macht, oder machen kann. Sätze, die mit einander verbunden sind, habe ich oft gleich zusammen gesetzt, und überhaupt eine ganze Lehre unter einen Paragraph gebracht, weil mir dieses der Kürze und Deutlichkeit einen großen Vorschub zu geben scheint, wenn man gleich alles auf einmal übersehen kann.

Diese zwey habe ich mir immer zu einem besondern Geschäffte gemacht, und daher allenthalben die kürzesten Wege eingeschlagen, die begreiflichsten Beweise ausgewählet, besonders in der Theorie der Centralkräften, der Lehre von Pendeln, u. a. wo ich zugleich die ersten Anleitungen zu den höheren davon zu geben suchte, wozu mich gar oft selbst die Wißbegierde meiner Lehrlinge verleitete. Ich rechfertige nun meine Sache nicht weiter. Bin ich nicht so glücklich mit dieser meiner Bemühung, als ich es wünschte, so habe ich doch die redliche Absicht meinem Vaterlande zu nutzen.

Erste

Erste Abhandlung.

Von den Körpern, und der Materie überhaupt.

§. 1. Jene zusammen gesetzte Dinge, welche diese sichtbare Welt ausmachen, heißen wir Körper.

Dieser Begriff kann uns indessen erklecklich seyn, bis wir die Eigenschaften der Körper genauer kennen, und ihr wahres Wesen daraus zu bestimmen geschickt seyn werden.

Eine gewisse Gattung Leute, die Philosophen heißen wollten, und unter dem Namen Idealisten bekannt sind, gieng einst in dem Pyrrhonismus (*) so weit, daß sie an allem, auch sogar, ob sie wachten, oder träumten, zweifelten, und den Körpern das wirkliche Daseyn absprachen.

§. 2.

(*) Pyrrho war ein alter Weltweiser, der nirgends etwas gewisses schloß, sondern an allem zweifelte.

§. 2. Erfahrung. Nie wird ein Körper so zerstreuet und zerstöret, daß er zu nichts würde.

Man fange den Dunst eines angezündeten Weingeistes mit einer Glocke auf, er wird vollkommen verschwunden zu seyn scheinen; zieht man aber die Luft aus der Glocke, so zeigt sich bald ein angenehmer Nebel, der zu fallen anfängt, und gleich wieder verschwindet, wenn man diese hinein läßt, sich nachmal wieder zeigt, wenn sie heraus gezogen wird. 2. Ein Holz wird vom Feuer nur in Asche, Rauch, u. d. g. eine Speis im menschlichen Leibe in Milchsaft, Blut, Fleisch, Nerven, Knorpeln, Gebeine u. a. verwandelt. 3. Etwas Fadensilber löset sich in Scheidewasser, bald in eine flüßige Materie auf: wirft man Salz in die Auflösung, so setzt sich jenes, als ein weißes Pulver zu Boden: damit kann man verschiedene Veränderungen noch vornehmen; niemal wird aber das Silber in ihrer ersten Gestalt zum Vorschein kommen, wenn man seinen Theilen nicht ihre eigene Zusammensetzungen zu geben weiß.

§. 3. Es giebt also ein reeles Ding, welches in jeder Zerstörung zurücke bleibt, aus dem alle Körper gemacht sind, und dieß nennen wir Materie.

I. Die Materie bestehet aus Theilen, so wir Elemente nennen.

II. Hat

II. Hat ein reeles Daseyn, sonst könnten es auch die aus ihr gebildeten Körper nicht haben.

III. Durch dieses reele Daseyn unterscheidet sich der physikalische Körper von dem geometrischen, der lediglich nur in einer Länge, Breite und Tiefe bestehet, die wohl auch ein leerer Raum haben kann.

IV. Eben deßwegen muß der physikalische Körper, ja sogar ein Element ein Ort haben, in welchem es ist; denn nichts kann wirklich daseyn, ohne irgendwo zu seyn; es ist aber das Wo ein Ort, in welchem ein Ding ist. Heut zu Tage behaupten sehr viele mit dem Freyherrn von Wolf (*), der Ort (Locus) sey nichts anders, als eine Art, mit der ein Ding neben einem andern zugleich da ist; insoferne nämlich eines das erste, ein anders das andere, dieses zur rechten, jenes zur linken Seite ist: allein auf diese Art müßte erstens ein allein existierendes einfaches Ding wirklich daseyn, ohne in einem Orte zu seyn, weil ja kein zweytes, oder drittes da wäre. Zweytens, heut zu Tage behaupten wir durchgehends das Daseyn leerer Räume (Vacui disseminati) in den Körpern. Diese sind wahre Räume, und dennoch ist kein existierendes Ding, kein rechtes, kein linkes, gar nichts darinn. Sollte nicht schier Muschenbröcks Meynung mehr Beyfall verdienen, welcher

(*) Metaphys. §. 46.

cher Raum und Ort, die nur der Größe nach unterschieden sind, absolute Dinge zu seyn glaubt? — aber auch hier giebt es Schwierigkeiten.

Anmerk. Die weitern Eigenschaften der Materie und Elemente werden wir in der Folge schicklicher mit den Eigenschaften der Körper untersuchen.

§. 4. Die Materie, und ihre Zusammensetzung macht daher den Körper aus.

Denn 1. so lange die nämliche Zusammensetzung bleibt, so lang bleibt auch der Körper selbst der nämliche; Holz bleibt Holz (2. Erfahr.) wird aber diese geändert, so ändert sich auch der Körper; Holz wird zu Asche, Rauch, u. a. ist man im Stande die Theile des zerstörten Körpers wieder gehörig zusammen zu setzen (3. Erfahr.), so bildet sich der vorige Körper, das bey unvollkommnen Zerstörungen die Kunst bewirket.

2. Daß ein Körper zu diesen, oder jenen Wirkungen aufgelegt, und folgsam dieser, oder jener Körper ist, kömmt, wie wir zeigen werden, von der Gestalt seiner Theile, und diese von der Zusammensetzung der Materie und Elementen her. — So macht dann nur die Materie, und Zusammensetzung die Körper aus.

I. Nur die Materie ist der Grundstoff (Principium) der Körper, und ein anders wirklich existie-

existierendes Ding (forma substantialis) ist überflüßig.

II. Die Entstehung, oder Erzeugung der Körper (Generatio Corporum) ist eigentlich nichts anderes, als eine andere Zusammensetzung der Materie, so wie die Zerstörung (Corruptio) nur eine Trennung ihrer Theile ist.

III. So oft ein Körper zerstöret wird, so werden die Theile entweder mit einander, oder mit fremden anders zusammen gesetzt; daher heißt es: die Zerstörung des einen ist allemal eine Erzeugung eines andern (Corruptio unius est Generatio alterius), zum Beyspiele, aus Wein wird Eßig.

IV. Die besondere Art der Zusammensetzung machet also lediglich das Wesentliche der unter sich verschiedenen Körper aus; daß Gold Gold, die Erde Erde ist, kömmt nur daher, daß ihre Grundtheile so, und nicht anders zusammengesetzet sind.

V. So kann ein Element nach und nach zu einem Bestandtheil unzähliger Körper werden. Z. B. ein Theilgen eines Weitzenkörnchens wird zu Mehl, dann zu Brod, im menschlichen Leibe verwandelt es sich in den Milchsaft, Blut, Fleisch, und dergleichen, durch die Ausdünstung gehet es in die Luft, steigt mit andern Dünsten in die Höhe, fällt als Regentropfen herab, und von der Erde eingesogen, kann es jetzt entweder ein Theil eines Steines, eines Metalls, oder

wieder eines Weitzenkörnchens, oder nach einander gar alle drey werden.

§. 5. Alle Veränderungen der Körper geschehen durch die Bewegung.

Trennung, neue Zusammensetzung der Theile, und was immer für eine Umbildung derselben setzen eine Bewegung zum voraus: alle Veränderungen geschehen aber durch diese, so geschehen sie also durch die Bewegung.

Wir haben dann die Materie, ihre Zusammensetzung, und die Bewegung als die nächsten Gründe aller Aenderungen und Erscheinungen anzusehen, welche darinn vorgehen.

Gebt mir Materie, und Bewegung, sagte des Cartes, so will ich eine Welt machen. Allein, wenn ich hier nichts melde von der wunderbaren, mit einer so abwechselnden Mannigfaltigkeit einstimmenden Ordnung, welche gewiß über den Kopf eines beschränkten Geschöpfes unendlich weit hinaus ist, würde wohl des Cartes mit seiner Materie und Bewegung nicht einmal ein Sandkörnchen, viel minder eine Welt zuwege gebracht haben, wie wir bey dem Zusammenhange der Körper sehen werden.

Und was soll ich von den Schwärmereyen der Idealisten sagen? Verdienen Leute widerlegt zu werden, welche nicht einmal wußten, ob sie schlafen, oder wachen? — Schon einst hat Cicero gesagt, es könnte nichts so ungereimtes gedacht

gedacht werden, das nicht ein Weltweiser behauptete.

§. 6. Nutzen dieses Gegenstandes.

Es ist dieser hauptsächlich die Erweiterung unserer Känntnisse. Wir sehen hier eine Welt voll Ordnung, voll Schönheiten, die wir alle ohne Körper und Materie vermissen würden. Ein neues Steinchen, eine fremde Pflanze, ein nie gesehenes Thierchen bereichert unsern Verstand mit neuen Begriffen, wenn wir doch nicht bloß mit unvernünftigen Geschöpfen auf die Oberfläche der Dinge hinsehen. Wollen wir ferner auf den so regelmäßigen Umlauf der unglaublich großen Himmelskugeln, auf die Veränderungen, neuen Entwickelungen, unübertretlichen Gesetze auch der kleinsten Körper, auf die erstaunlichen Wirkungen der electrischen, magnetischen, und andern Materien aufmerksam seyn, so wächst der Stoff für die Erweiterung unserer Känntnisse fast bis in das Unendliche fort, und liefert uns Beweise, durch welche die Vollkommenheiten Gottes fast fühlbar gemacht werden. Der Knall des Donners, und das Leuchten der Blitze erschüttert auch die verwegensten Gottesläugner, und wer kann ohne Bewunderung den schönen Regenbogen ansehen? Maupertuis kann sein Entzücken nicht genug ausdrücken, das er über die Schönheit der Polgegend empfand, als er den Mittagszirkel zu messen dort war. Eine Gegend, von der wir uns nichts als traurige Vorstellungen einer schwar-

zen Nacht, und unaussprechlichen Finsternisse machen, tausendfärbige Feuer, sagt er (*), welche tausenderley Bewegungen haben, erleuchten die Nächte in diesen Erdstrichen, wo das Gestirn des Tages im Winter nicht zu sehen ist. Ich habe Nächte gesehen, welche schöner waren, als die Tage, und bey welchen man die Anmuth der Morgenröthe, und den Glanz des Mittags vergaß. — — So zeigen sich allenthalben Schönheiten und Wunder der Natur, und Werke der Künste, die uns alle das Daseyn der Materie, und Körper verschafft.

Zweyte Abhandlung.

Von den unthätigen Eigenschaften der Körper.

§. 7. Unthätige Eigenschaften der Körper nenne ich die, welche für sich selbst den zureichenden Grund einer Wirklichkeit nicht enthalten, oder welche für sich selbst nicht vermögend sind, eine Wirkung hervor zu bringen. Unter diese rechne ich die Theilbarkeit, die Undurchdringlichkeit, die Ausdehnung.

Erster

(*) Versuch einer Cosmologie Seit. 48.

Erster Abschnitt.

Von der Theilbarkeit.

§. 8. Theilbar ist, was sich in Theile trennen läßt.

Herr Euler, Neuton, und andere behaupten die Theilbarkeit ins Unendliche, der Freyherr von Wolf, Eberhard und andere das Gegentheil.

§. 9. Erfahrung. Ein Gran Carmin, gebrannter Kochzucker, Safran, Ultramarinn, im Scheidewasser, oder Salmiacgeist, aufgelößtes Kupfer färbet wenigst 17280. Tropfen, wovon ein jeder noch 100. sichtbare Theile hat, mit rother, gelber, grüner, oder blauer Farbe. 2. Eben diese Masse wird von einem einzigen Tropfen Nägelöl, welches aber vorher auf einen Brocken Kochzucker gegossen, und dann ins Wasser gethan wird, mit angenehmen Geruch angefüllet. 3. De Lanis berechnet, daß ein Gran Weihrauch in 5700000000000000. Theilchen aufgelöset wird. 4. Löwenheck fand in einem Tropfen Wasser, in welches er ein zerstoßenes Pfefferkörnchen that, ein Thierchen, dessen Diameter zum Diameter eines Sandkörnchens war wie 1 : 1000: folgsam der körperliche Inhalt wie $1^3 : 1000^3 = 1 : 1000000000$. Es war also das Thierchen tausend Millionen mal kleiner, als ein Sandkörnchen. Wer wird

nun die Gliedmassen, die Nerven, die Adern, u. a. m.; wer die Feinheit des umlaufenden Blutes begreifen? 5. Je weiter man mit der Theilung fortfährt, je kleiner werden die Theile. Die obigen Farben werden immer schwächer, je mehr man Wasser zuschüttet. Der Geruch verliert sich, u. s. w.

§. 10. Die Theilbarkeit der Körper übersteiget zwar unsere ganze Einbildungskraft, gehet aber doch nicht in das Unendliche.

Der erste Theil des Satzes folget aus den ersten vier Erfahrungen offenbar. Der zweyte aber theils aus der fünften; denn was sich vermindern läßt, oder abnimmt, nimmt endlich gar ein Ende, da also die Theilbarkeit immer abnimmt, so muß sie wohl ein Ende nehmen; theils wird er auch so bewiesen. Wenn ein Körper in das Unendliche theilbar wäre, so müßte er zugleich Gränzen haben, und unendlich seyn; Gränzen müßte er haben, weil jedes erschaffene Ding begränzet ist; unendlich müßte er seyn, weil ja alle unendliche Theile schon daseyn müßten, in die er theilbar wäre, ist aber dieses nicht widersprechend?

I. Aus eben diesem Grunde kann auch die Theilung des Raumes nicht in das Unendliche gehen, er mag reel, oder abstract betrachtet werden.

II. Man

II. Man muß also mit der Theilung eines Körpers und Raumes, die man auch nur in Gedanken macht, auf kleinste und untheilbare Einheiten kommen.

Anmerk. Wollte man den Satz; der Körper ist in das Unendliche theilbar, so nehmen: der Körper kann soweit getheilet werden, daß uns keine Zahl bekannt ist, die die Vielheit seiner Theile ausdrückte, wie Herr Professor Suckov anmerkt (*), so wäre er allerdings wahr. In einem ähnlichen Verstande nehmen wir die Theile eines Körpers unendlich klein, wenn wir sie recht klein machen wollen.

§. 11. Die Elemente der Körper sind einfache Dinge, oder Einheiten.

Es folget dieser Satz aus dem vorhergehenden.

I. Die Elemente sind keine geometrische Punkten; denn ob sie gleich keine Länge, Breite und Tiefe haben, wie diese, so haben sie doch ein reeles, nicht nur ideeles Daseyn.

II. Die geometrischen Begriffe passen daher nicht vollkommen auf die physikalischen Punkte und Körper, und die unbeschränkte Anwendung derselben kann auch in eine Sophisterey ausarten.

§. 12.

(*) Naturlehre, §. 28. und 29.

§. 12. Wenn gleich die Elemente einfache und unmittelbare Dinge sind, so können sie dennoch ein zusammengesetztes und theilbares ausmachen: sonst müßten wir 1. wiederum in das Unendliche fortgehen; und 2. der Begriff der Zusammensetzung selbst sagt uns nichts als eine Vereinigung der Einfachen (Compositio est Simplicium unio), wenn wir nur zwey Einfache zusammen denken, so denken wir schon ein Zusammengesetztes, welches in zwey Einheiten theilbar ist.

§. 13. Nutzen der Theilbarkeit.

Dieser ist allgemein; nicht nur die Arzneywissenschaft, sondern die meisten Künste gründen sich darauf, z. B. die Färberey, Malerey, alle Guß- und Wirkarbeiten. Reaumur bezeuget, daß heut zu Tage die Goldschlager ihre Kunst viel weiter getrieben haben, als sie einst war. Er beobachtet, daß ein 22. Zoll hoher, 15. Linien dicker, und 45. Mark schwerer Silberdrat, welcher mit höchst zweyen Unzen Gold überzogen ist, wo die Vergoldung kaum $\frac{1}{90}$ einer Linie beträgt, auf 96. französische Meilen könne ausgedehnet werden; wo dann die Ueberziehung vom Golde nur mehr $\frac{1}{1050000}$ Linien dick bleibt. Von diesem sich vollkommen zu überzeugen, darf man nur ein Stückchen dieses vergoldeten Drates in ein Scheidewasser thun, so wird sich das Silber auflösen, und

ein

ein holes Röhrchen vom Golde zurücke lassen. Unter den riechenden Dingen sind jene die angenehmsten, unter den Speisen jene die gesundesten, und am leichtesten zu verkochen, welche sich in die feinsten Theile auflösen lassen. Daher kömmt auch unter andern der Nutzen des Mergels auf den Feldern, weil er sich nämlich leicht, besonders wenn er vorher eine Zeitlang in der freyen Luft gelegen ist, in die kleinste auflöset, dann in die Erde einzudringen, und sich mit ihr innerst zu vermischen geschickt wird.

Zweyter Abschnitt.

Von der Undurchdringlichkeit.

§. 14. Das Unvermögen, oder die Unmöglichkeit zweyer Dinge an einem Orte zu seyn, heißt die Undurchdringlichkeit (Impenetrabilitas).

Die Undurchdringlichkeit holen viele nach P. Boscowich von einer zurücktreibenden Kraft her. Die peripatetische Schule setzt das Wesen des Körpers in die natürliche Undurchdringlichkeit.

§. 15. Erfahrung. 1. Eine Kugel treibt die andere vom Orte, wenn sie auf dieselbe stößt. 2. Kein Gewalt ist vermögend das Wasser in ein umgekehrtes, und senkrecht darein ge-

tauchtes Trinkglas bis über 2. oder 3. Linien hineinzudringen. Hingegen wird ein Blat Pappier an ein mit Wasser angefülltes, und umgekehrtes Glas von der untern undurchdringlichen Luft so fest gehalten, daß kein Tropfen heraus fließt. 3. Das Licht, wenn es auf einem Hohlspiegel fällt, nimmt seinen Weg zurücke, und entzündet die im Brennpunkte befindliche Körper, schmölzet Metalle ꝛc. 4. Wir erfahren zwar, daß ein Körper den andern niemal durchdringen könne, daß aber ein anderer diesem Durchdringen durch ein thätiges Entgegenwirken widerstehe; ein wirkliches Bestreben gegen ihm äußere, z. B. daß die Mauer so gegen meiner Hand drückt, wie ich gegen ihr; daß einmal eine Bewegung von der Undurchdringlichkeit hervorgebracht werde, zeiget keine einzige Erfahrung, außer wo offenbar eine andere Kraft, als wie die Elasticität, Schwere, Electricität ꝛc. entzwischen kömmt.

§. 16. Kein Körper kann den andern durchdringen, es sind also alle undurchdringlich; die festen (1ste Erfahr.) die flüßigen (2te Erfahr.) sogar das Licht (3te Erfahr.).

I. Sind die Körper undurchdringlich, so müssen es auch alle ihre Theile, sogar die Elemente seyn; denn könnten die Theile einander durchdringen, so müßten es auch die ganzen können.

§. 17.

§. 17. In den Körpern zeiget sich nichts wirkendes, mit dem sie dem Durchdringen thätig widerstehen. (4te Erfahr.)

§. 18. Es scheinet also der Grund der Undurchdringlichkeit eines Körpers oder Elements darinne zu liegen, daß die andern kein Vermögen haben dieses zu durchdringen. Das Element a ist nur insoweit undurchdringlich, als das Element b nicht vermögend ist dasselbe zu durchdringen.

Denn erstens zeiget die ganze Erfahrung mehr nicht. Drucke ich mit der Hand gegen die Mauer, so fühle ich zwar auf Seite meiner ein Unvermögen sie zu durchdringen, so wie ich das Unvermögen empfinde sie zu bewegen: ein wirkliches Entgegendrucken der Mauer erfahre ich so wenig, so gewiß es ist, daß das mehrere oder mindere Zusammendrucken meiner Hand nur von der Stärke meines eigenen Druckes herrühre. Nie würden wir den Elementen das Vermögen gönnen, ein anderes, auch nur einen Nagel breit vom Orte zu rücken, wenn es uns die Erfahrung nicht in den Körpern lehrte: und die ganze Substanz desselben soll es innerst durch-

durchdringen können? Dieß zu behaupten, soll keine Erfahrung der einzige Zeuge vom wirklichen Daseyn eines Vermögens nothwendig seyn? Ich glaube vielmehr, daß dieß über die Gränzen aller erschaffenen Dinge hinaus gesetzt sey, und daß es die Geister so wenig können als die Körper (*).

Zweytens. Ist einerseits dieser Begriff der Undurchdringlichkeit möglich: andererseits heischen wirklich die Phönomene derselben mehr nicht: Wenn ich nur setze, daß das Element b kein Vermögen habe das Element a zu durchdringen, so wird es niemal möglich werden, daß beyde in einem Orte beysammen seyn können. Ja alle Erscheinungen der Undurchdringlichkeit müssen eben so geschehen, wie sie wirklich geschehen: Es scheinet also die Undurchdringlichkeit lediglich in so einem Unvermögen der Elemente gegen einander zu bestehen.

Die Undurchdringlichkeit kömmt also I. von keiner positiven Kraft her, mit der sie dem Durchdringen thätig widerstehen. Was braucht es eine Kraft das in einem Dinge zu verhindern, was es von sich selbst zu thun nicht vermag.

II. Ist

(*) Herr Benedict Stattler ist der nämlichen Meynung. Er sagt, daß weder die menschliche Seele den Körper, noch dieser sie durchdringen könne. Nur holet er die Undurchdringlichkeit von der zurücktreibenden Kraft her. Psychol. §. 349.

II. Ist abstrakt betrachtet nichts absolutes, oder außer dem Wesen des Körpers nichts reeles, sondern hat nur einen relativen Begriff: so, wie die Beweglichkeit oder Unbeweglichkeit eines Steines neben dem Stein selbst nichts sagt, als die bloße Beziehung auf eine äußere Kraft, insoferne nämlich diese vermögend oder unvermögend ist ihn zu bewegen.

III. Ist doch eine nothwendige Gelegenheit und Bedingniß unzähliger Wirklichkeiten, aber nur Gelegenheit und Bedingniß, gleichwie die Zusammensetzung, Ausdehnung, Gestalt der Körper &c. niemal wirkende Ursache, weil sie von sich selbst niemal eine Wirkung hervorbringt.

IV. Das Ausschließen vom Orte (exclusio a loco, resistentia) welches das Phönomen der Undurchdringlichkeit ist, läßt sich freylich auf eine zweyfache Art begreifen; auf eine positive, oder thätige, auf eine negative, oder unthätige. Aber so läßt sich auch die Kälte durch eine kaltmachende Materie begreifen, und doch sieht diese darum niemand für nothwendig erwiesen an, sondern der gemeinste Begriff davon ist Mangel der Wärme. Ist nicht auch das Element b eben deßwegen schon vom Orte des Elements a ausgeschlossen, wenn es dasselbe nicht durchdringen kann.

V. Der eigentliche Widerstand, und die Gegenwirkung gehören daher gar nicht. Ein Mühlstein ist nicht undurchdringlicher als ein Stein von einem Pfunde, und dennoch widerstehet er weit mehr; sie müssen also auf eine andere Art

erklä-

erkläret werden, wie in der vierten Abhandlung folgen wird.

VI. Die Materie, und ihre Elemente sind von einem Geist, nicht der Undurchdringlichkeit, sondern den Kräften nach, besonders der Kraft zu denken, unterschieden.

VII. In der Undurchdringlichkeit kann das Wesen des Körpers nicht bestehen; theils, weil es nichts wirkliches, theils, weil es der Grund nicht ist, aus welchem die übrigen Eigenschaften der Körper fliessen, als z. B. ihr Zusammenhang, Schwere ꝛc.

Anmerk. Das übrige von diesem Gegenstande wird in der fünften Abhandlung vorkommen.

§. 19. Zwey einfache Elemente können sich unmittelbar berühren, ohne daß sie sich deßwegen durchdringen müssen.

Denn 1. kann ein Raum nicht in das Unendliche getheilet werden (§. 10. I. u. II.) nun müssen zwey untheilbare Räumchen, auf die man in der Theilung kommen würde, unmittelbar einander berühren, ohne sich zu durchdringen, sonst könnten sie wohl nicht zwey, oder es müßte noch ein Raum entzwischen seyn, und dann wäre von diesen das nämliche zu sagen: so können sich dann auch zwey darinn existierende Elemente also berühren ꝛc.

2. Bey der Unmöglichkeit einer wirklichen Berührung könnte diese ganze Welt ja noch tausend

send solche mit allen Sternen und Planeten bis zur Größe eines Sonnenstäubchen zusammen schwinden, so, daß noch alle Theile zugegen wären, und dennoch einander nicht berührten. Wenn man mir dieses so hübsch her demonstrieren, oder doch, wie man sagt, ad evidentiam darthun könnte, so hätte ich beynahe Lust, als eine Idee zu existieren.

3. Stehet unmittelbar für die unmittelbare Berührung die ganze Erfahrung und das Urtheil aller Menschen, welche von jeher glaubten, daß sie das, was sie berührten, wirklich und wahrhaft berührten: eine wahrhafte Berührung und Abstände widersprechen sich aber offenbar, und eine andere, als die unmittelbare, wenn man sie schon eine physikalische nennet, ist nie eine solche, nie eine wirkliche und wahrhafte, sondern höchstens nur scheinbare Berührung.

Die Schwierigkeit von der vollkommenen Berührung hat theils eine viel zu große Aehnlichkeit mit den Spitzfindigkeiten der alten Sophisten, mit denen sie sogar die Bewegung, und dessen Möglichkeit, den Grundsatz des Widerspruchs (Principium contradictionis) u. a. m. bestritten haben, als daß sie in Vergleichung der angezogenen Gründe ein Gewicht haben könnte; daher sie auch von den Vertheidigern der Repulsion, so unüberwindlich sie einst gehalten wurde, anfängt verlassen zu werden. Theils passet das ganze, was sie sagen, auch auf zwey untheilbare Räumchen, welche sich eben sowohl, als zwey Elemente vollkommen berüh-

berühren, und dennoch nicht durchdringen müssen.

§. 20. Nutzen des Gegenstandes.

Wenn die Undurchdringlichkeit nicht wäre, so müßte wohl die ganze Welt in einen Punkt zusammen schwinden. Auf die Undurchdringlichkeit der Luft und des Wassers gründet sich die Taucherglocke, die Wind- und Wassermühlen, die Bewegung der Schiffe mittels der Segeln und Ruder, alle hydrostatische, hydraulische und andere Maschinen, überhaupt alles; — daß auch Wein oder Bier in eine Poudellie nicht könne gegossen werden, wenn der Trächter zu sehr an die Oeffnung derselben anpasset, kömmt von der Luft her, welche weder aus der Poudellie heraus, noch von dem Wasser durchdrungen werden kann.

Dritter Abschnitt.

Von der Ausdehnung und Gestalt der Körper.

§. 21. Ausgedehnt ist, was sich messen läßt. Die Art der Ausdehnung bestimmt die Gestalt eines Dinges.

Des Cartes hat die Ausdehnung in Länge, Breite und Tiefe für das Wesen der Körper gehalten; die Vertheidiger der Repulsion aber behaupten, aus unausgedehnten Elementen könne

könne kein ausgedehnter Körper gestaltet werden, wenn nicht zwischen denselben Abstände sind.

§. 22. Erfahrung. 1. Alle Steine, Pflanzen, Metalle, Thiere ꝛc. haben ihre eigene Gestalt: nicht zwo Blumen am nämlichen Stengel, nicht zwey Blätter am nämlichen Ast sind in Ansehung ihrer Größe, Lage, Bildung und Gerippe einander vollkommen gleich. 2. Feiner Sand durch das Vergrößerungsglas gesehen, zeigt Steinchen von verschiedener Art; — Mehl glänzende Bläsgen — gestoßener Pfeffer Pfeile. 3. Löset man verschiedene Salztheilchen auf einer ebenen Glasblatte nur mit einem Tropfen Wasser auf, und bringt sie unter das Microscop, so sieht man, wie sich die feinsten Theile des Koch- und Meersalzes in Würfeln, des Salpeters in sechseckigte Nadeln, des Alauns in Achtecken ausbilden. 4. Die flüßigen Körper, Blut, Milch ꝛc. zeigen mehr, oder minder runde Figuren. Sogar eine jede Gattung Wein enthält nach Löwenhecks, und Backers Zeugnisse Salze von besonderen Gestalten. 5. Werden aber die Salze nicht auf gehörige Art aufgelöset, mit alkalischen, oder metallischen vermischt, so entstehen nicht mehr die nämliche, sondern ganz verschiedene Bildungen.

§. 23. Alle Körper haben eine Ausdehnung.

Alle Körper sind zusammengesetzte Dinge (§. 1.), und haben eine Gestalt, wie die jetzt gemeldten Erfahrungen beweisen; aus jenen folgt die Ausdehnung, und dieses setzt sie zum voraus.

§. 24. Daß aus den unausgetheilten Elementen ausgedehnte Körper gestaltet werden, sind keine Abstände zwischen denselben vonnöthen.

1. Wenn nur unausgedehnte Elemente zusammen gesetzt sind, und sich nicht durchdringen können, so muß schon ein jedes einen andern Ort, folgsam das daraus entstehende Ganze einen ausgedehnten Raum einnehmen; was brauchen wir dann Abstände? 2. Aus einfachen Dingen werden zusammengesetzte, aus untheilbaren theilbare, aus Einheiten Zahlen; so können denn auch aus unausgedehnten ausgedehnte werden. Daher gehören noch die im 17. §. angeführten Gründe.

I. Der Grund der Ausdehnung liegt also nicht in der einfachen, sondern hauptsächlich in ihrer Zusammensetzung. Nie ist das, was einem zusammengesetzten Dinge gemäß der Zusammensetzung zukömmt, in den Theilen, aus denen es besteht, zu finden. Die Einheit ist keine Zahl, das Untheilbare kein Theilbares, und doch werden Zahlen aus jenen, Theilbare aus diesen.

II. Eine Linie wird daher durch Zusetzung einer Einheit vermehrt, obschon die Einheit selbst keine Ausdehnung hat.

§. 25. Es ist keine Gattung der Körper, welche nicht eine eigene Gestalt habe, ja nicht zween Körper haben die nämliche.

Dieses beweiset die erste, und allgemeine Erfahrung (20. §.) in Körpern, welche sich den Versuchen unterwerfen lassen; auf die übrigen schließen wir aus der Gleichförmigkeit der Natur.

§. 26. So, wie die Körper, haben auch die Theile ihre besondere, und bestimmte Figuren.

Für dieses stehet uns die 2te und 4te Erfahrung. Die krystallisierte größern Salztheilchen bestehen dort allemal aus kleinern, die eben so gebildet sind, z. B. ein Würfel aus gemeinem Salz zeigt wieder kleinere Würfeln u. s. w. Eines der angenehmsten war mir immer die Bodasche; diese, gleichwie sie aus der Baumasche bereitet wird, so zeigt sie ganze Gegenden von Waldungen und Bäumen, welche wiederum aus Bäumchen bestehen.

Anmerk. Von der Möglichkeit unzähliger Figuren können uns sechs Elemente einen Begriff liefern: wenn wir diese Gestalten: a, b, c, d, e, f. (fig. I.) als daraus entstanden an-

nehmen, so lassen sich diese nach der Combinationslehre schon 720. mal versetzen; wenn wir nun erst mehrere Elemente zusammen denken, wenn wir alle mögliche Neigungen und Krümmungen, die sie haben können, betrachten, so stellet sich unserer Einbildungskraft eine unerschöpfliche Quelle für Grundtheile der mannigfaltigsten Körper dar.

§. 27. Die Gestalten der Körper und ihrer Grundtheile sind von der Natur nicht so festgesetzt, daß sie nicht öfters können veränderet werden.

Dieses müssen wir schon 1. aus der beständigen Veränderung der Körper (§. 1. 4. 5.) schließen. 2. Beweiset es die fünfte hier angezogene, von der wir in chymischen Eigenschaften ein mehreres hören werden. Ferners können ja einem jeden Grundtheile (fig. 1.) neue Theilchen zugesetzt, oder einige davon abgesöndert werden; indem sie mit keiner unendlichen Kraft zusammen hängen: sie können mehr, oder minder gebogen, und also verändert werden.

§. 28. Die Wirkungen zweener Körper aufeinander, welche eine bestimmte Kraft zu wirken haben, sie mag her seyn, wo sie wolle, hangen aufs genaueste von ihrer Gestalt gegen einander ab.

Die

Die Richtigkeit dieses Satzes scheinet 1. die ganze Mechanik zu beweisen. Wer nicht weiß, was an einer vortheilhaften Gestalt der Werkzeug einem Künstler liege, und der Theile, die er zusammen fügen, oder in eine schickliche Ordnung bringen soll, der muß wohl nicht das mindeste Känntniß von der Sache haben. Die ganze Kraft eines Keils hängt von seinem spitzigen Winkel ab, der ganze Vortheil einer Rolle bestehet in der runden Figur ꝛc.

2. Mit der Mechanik stimmet allenthalben die Natur übereins: wir nehmen an allen Salzen langlechte Bildungen, große Flächen zur großen Berührung geschickte Figuren wahr; es ist uns aber auch ihre zusammenziehende, ihre auflösende Kraft bekannt, die sie vor allen andern haben. Die spitzige Gestalt einer Flamme schmilzt Glas und Metalle in etwelchen Augenblicken ꝛc. — — Den Theilen, die nur schwach zusammen hangen sollen, als Wasser und andern Flüßigkeiten, ist eine rundlechte, denen, welche fest seyn sollten, eine eckigte Figur gegeben.

3. Beyden entspricht die Vernunft. Denn setzen wir, alle Elemente haben nur eine gleiche Kraft, die in der Berührung am stärksten ist; so werden zwey Theilchen wie a nach ihrer Länge beysammen stehend stärker auf einander wirken müssen, als a, und b, e, und f, ꝛc. weil im ersten Falle mehrere wirkende Dinge nur

vermög dieser Bildung in solche Umstände gesetzt sind, in denen sie nach aller ihrer Stärke auf einander wirken können. Daher folget

I. Wenn schon die Kraft aller Elemente, wenn sie eine haben, gleich ist, müssen doch die Wirkungen der Körper ungleich seyn.

II. Nur vom Unterschied der Gestalt der Theile kömmt es her, daß unter zweenen Körpern, die gleich viele Theile haben, einer zu diesen, der andere zu jenen Wirkungen aufgelegt, und daß also der erste dieser, der andere jener Körper ist; und

III. Der wesentliche Unterschied der Körper liegt also nur in dem Unterschied der Gestalt, die sie, und ihre Theile haben. Ich werde von diesem in der Folge Gebrauch machen.

Anmerk. Daher lassen sich auch verschiedene Erklärungen herholen. Z. B. die Hauptursache, daß sich Steinöl, und rectificierter Weingeist, u. a. niemal vermischen, ist nicht der Unterschied ihrer Schwere, denn der ist zwischen dem Wasser und Alkohob noch weit größer, und dennoch vermischen sich diese; sondern die Theilchen des Steinöls sind nur so gebildet, daß sie besser auf einander, als auf die Theilchen des Weingeistes passen, daher sie sich auch stärker anziehen, nähern, und also jene zu weichen zwingen. — — Da nun zwo Atmosphären eben sowohl flüßige, und wohl noch flüßigere Materien sind, soll sich nicht gleiches davon sagen lassen?

§. 29.

§. 29. Nutzen des Gegenstandes.

Wie viel allenthalben an der Gestalt der Körper, und ihrer Theile der Kunst, und der Natur gelegen sey, wie ordentlich sie alle ihre Werke darnach einrichtet, ist aus dem bisherigen schon einleuchtend.

Die Natur hat den Fischen und Vögeln so eine Bildung gegeben, daß sie Wasser und Luft gleichsam durchschneiden. Die Kunst mußte der Vorschrift der Natur folgen; sie mußte die Vordertheile der Schiffe schmäler, die Pendel der Uhren nach der Richtung ihres Schwunges aus eben der Absicht schneidend machen, u. a. m. Wer weiß nicht, was ein vortheilhafter Bau zur Vortrefflichkeit eines musikalischen Instruments, was die gebogene Gestalt der Gewölbe zur Festigkeit, zur Dauer der Gebäude, zur Vermehrung der Hitze in den Schmälzöfen, und tausend andern beytrage? Die ganze Architecktonick, ja alle Künste gründen sich auf eine gewisse harmonische Zusammensetzung der Theile, und Ausbildung eines daraus entstehenden Ganzen, die uns um desto vollkommner zu seyn scheint, je mehr sie sich der Natur nähert. Wie viel an der Gestalt einer Flamme liege, kann man also erfahren. Mit einem Röhrchen a b (fig. II.) blase man die Flamme einer Kerze, oder Lampe nach C hinaus, die Spitze, die sie macht, schmilzt sogleich Glas, und Metalle, und man kann so die Barometer, und andere Glasröhrchen hermetisch verschlie-

ßen, oder kleine Sachen von Zinn, Silber, u. a. in einer Geschwindigkeit löten.

Vierter Abschnitt.

Von den Zwischenräumen.

§. 30. Die kleinen Löcherchen, welche sich zwischen den Theilchen der Körper befinden, werden Zwischenräume (pori) genennet.

Descartes und der Freyherr von Wolf läugnen hier das Daseyn leerer Räume, und halten davor, daß allenthalben alles mit Materie angefüllet sey.

§. 31. Erfahrung. 1. Dünngeschlagene Gold- oder Metallblätchen zeigen eine Menge Löcherchen, wenn sie gegen dem Licht gehalten werden: sogar durch einen Finger, der an ein kleines Löcherchen eines verfinsterten Zimmers gehalten wird, dringet ein Sonnenstral. 2. Quecksilber wird von der äußeren Luft durch ein Geschirr aus Bein, oder Holz a (fig. III.) gedruckt, und fällt in Gestalt eines Silberregens herab, wenn aus dem Glas b, auf welchem das Geschirr a befestiget ist, die Luft herausgezogen wird. 3. Die auf einem gläsernen, zinernen oder metallenen Teller befindlichen Eisenfeilspäher, Nadeln, u. a. bewegen sich nach der

der Richtung eines von außen angehaltenen Magnets. 4. Weingeist, der mit Safran, Brasilienholz gefärbt ist, dringt tiefest in die Zwischenräume eines mit Bimsen geriebenen, und etwas erwärmten Marmors. Warmgemachte Krystalle werden wie Rubin, wenn sie etlichemal in feinsten roth tingierten Weingeist getaucht werden. 5. Die sympatetische Dinte wirkt durch ein Buch von 1000, und noch mehr Blättern, sogar durch eine Mauer (*). 6. In ein Wasser, mit welchem eine Phiole nicht ganz gefüllt ist, thue man Kochsalz; wenn es von diesem nichts mehr auflöset, so schütte man das Wasser in ein eben so großes Glas, und thue Ni-

---

(*) Die Bereitung dieser Dinte ist folgende. Man siedet eine halbe Unze Silberglöt in einer Unze distillierten Eßig eine halbe Viertelstunde, und filtriert es. Dann thut man in eine Phiole mit einem langen Halse 5, oder 6 Unzen Wasser; in dieses 1. Unze ungelöschten Kalches, und ½ Unzen Auripigment, verstopft es wohl, läßt es wenigst 24. Stund stehen, filtriert es dann so schleunig, als es seyn kann: beyde müssen in wohl vermachten Gläsern bewahrt werden. Schreibt man nun mit dem ersten Liquor etwas auf ein Blat Pappier, bestreicht ein anders Blat mit dem letzten, und legt dann eines bey dem ersten, das andere bey dem letzten Blatt dieses Buchs hinein, so wird der aus Auripigment gemachte Liquor durch das ganze Buch ohne allen Schaden, und Merkmaale gehen, und die auf dem letzten Blatt geschriebene Buchstaben hervorbringen.

Nitrum daran; so kann man noch Alaunzucker und anders in ziemlicher Quantität darinn auflösen, ohne daß das Wasser merklich höher werde, ob es schon anfänglich etwas aufschwillt. 7. Die Höhlungen zeigen sich in einem Körper weit häufiger, als in einem andern. Im Holze sind sie größer, und langlecht, in den Steinen und Metallen untereinander gekrümmt, und unterbrochen, in den Häuten der Thieren rundlecht, und etwas weiter, fein im Golde, im Glase und Edelgestein unsichtbar.

§. 32. Alle Körper sind mit Zwischenräumen durchlöchert. Es läßt sich dieses ohne viele Mühe und Nachdenken aus den angeführten Versuchen ersehen.

§. 33. Die Zwischenräume der Körper sind sowohl an der Zahl, als an der Gestalt verschieden. Sogar in einem giebt es mancherley.

Dieses beweiset 1. die 6te und 7te Erfahrung (30. §.) offenbar. Die 6te zwar: denn ein jedes Salz hat seine besondere Gestalt; da also das Wasser eines noch auflösen kann, nachdem es mit dem andern schon ersättiget ist, so muß es einige Zwischenräume haben, die diesen, andere, die andern Salzen angemessen sind, so, daß, wenn die erste schon ausgefüllt sind, diese noch leer bleiben.

2. Es

2. Es ist nicht wahrscheinlich, daß die Theile der Körper eine solche Bildung haben, die nur gleiche Zwischenräume zurücke lassen, man möge sie der Zahl, oder Gestalt nach betrachten, wie aus den nur etlichmal zusammengesetzten Grundtheilchen (fig. I.) kann ersehen werden. — — — Es müssen also die Zwischenräume der Körper verschieden seyn.

Wenn dann I. ein flüßiger Körper durch die Zwischenräume eines andern gebracht werden solle, kömmt es nicht allemal auf die Feinheit seiner Theile, sondern auf ihre Gestalt an, ob nämlich selbe in diese passend ist, oder nicht. So wird Queckſilber leichter durch Leder gedruckt, als Wasser und Luft.

II. Aus eben diesem Grunde löset ein zu fein distilliertes Scheidewasser nicht mehr gerne das Silber auf, weil durch die stärkere Hitze die spitzigen Winkel desselben zu sehr abgerieben werden, mit denen es in die Zwischenräume des Silbers einzudringen, und auf dessen Theile gehörig zu wirken geschickt war. — — Doch ist auch die Gestalt der Zwischenräume nicht der einzige Grund aller dergleichen Erscheinungen, wie wir in folgender Abhandlung hören werden.

§. 34. Der Raum, den die Oberfläche eines Körpers einnimmt, heißt sein Inbegriff (volumen) die Menge der Materie aber, die er enthält, seine Masse

(Mas-

(Massa), wenn nun ein Körper unter einem Inbegriff viel Materie enthält, wird er dicht (Corpus densum), enthält er aber wenig Materie, locker (Corpus rarum) genennet.

I. Es giebt also keinen vollkommen dichten Körper (Corpus absolute densum), weil alle Zwischenräume haben; sondern ein Körper wird nur in Vergleichung mit andern dicht, oder locker genennt.

II. Zu dem Inbegriff gehört nicht nur die Materie, sondern auch die Zwischenräume des Körpers; zu der Masse aber die Materie allein, und zwar nur die Materie des Körpers, nicht die in den Zwischenräumen befindliche Luft. Durch die Materie verstehet man

III. Oft nur die eigene (materiam homogeneam), z. B. bey Untersuchung eines zur goldenen, silbernen Körpers, oft auch mit derselben die fremdartige (materiam heterogeneam) eines Körpers. Bey dem thierischen kommen auch das Blut, Phlegma, u. a. in die Berechnung der Masse.

IV. Die Masse M. eines Körpers ist überhaupt wie sein Gewicht P. oder M = P. denn von zwey Körpern eines gleichen Inbegriffes hat der mehr Materie, welcher schwerer wiegt.

V. Wenn

V. Wenn die Theile eines Körpers entweder durch das Eindringen einer fremden lockernen Materie, oder durch die alle Körper ausdehnende Bewegung der Wärme weiter aus einander gesetzt werden, so wird er lockerer (fit rarius), werden sie aber, falls die fremde Materie heraus gehet, oder die Wärme aufhöret, entweder von ihrer Schwere, und gegenseitigem Anziehen, oder von einem äußeren Drucke näher zusammen gebracht, so wird er dichter (densius, fit Condensatio).

§. 35. Wenn wir die Dichtigkeit D., die Masse M., das Volumen V. nennen, so ist die allgemeine Formel für die Dichtigkeit der Körper $D = \frac{D}{V}$. das ist; die Dichtigkeit eines Körpers ist, wie seine Masse mit dem Inbegriffe dividiert.

Je mehr ein Körper unter einem gewissen Inbegriffe Materie enthält, desto dichter ist er: es verhält sich also die Dichtigkeit gerade, gleichwie die Masse, das ist $D = M$ (34. §. IV.) Je kleiner aber bey einer gewissen Menge Materie sein Inbegriff ist, je dichter er wieder seyn muß; oder wenn der Inbegriff wächst, nimmt die Dichtigkeit ab, und wechselweise: folgsam verhält sich die Dichtigkeit verkehrt wie der In-

begriff,

begriff, das ist $D = \frac{1}{v}$, also beyde zusammen genommen, wie niemals eines ohne dem andern ist, wird $D = \frac{M}{V}$.

I. Auf eine ähnliche Weise zeigt man, daß die Lockernheit $R = \frac{V}{M}$; denn je größer das Volumen ist bey einer Menge Materie, je lockerer der Körper ist, also $R = V$. Und wieder wird er lockerer seyn, wenn er unter einem gewissen Volumen wenige Materie hat, also ist verkehrt $R = \frac{1}{M}$. alle zwey zusammen genommen, ist folglich $R = \frac{V}{M}$.

II. In zweenen Körpern, die wir mit großen und kleinen Buchstaben ausdrücken, ist daher

$$D : d = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}.$$

Wenn die Inbegriffe beyderseits gleich sind.

$$D : d = M : m.$$

sind aber die Massen gleich

so $$D : d = \frac{1}{V} : \frac{1}{v} = v : V.$$

so

so ist auch $R : r = \frac{V}{M} : \frac{v}{m}$. &c.

§. 36. Die Masse eines jeden Körpers gleichet der Dichtigkeit mit dem Inbegriffe multipliciert: der Inbegriff aber der Masse mit der Dichtigkeit dividieret, oder

$$M = V D.$$

$$V = \frac{M}{D}.$$

denn weil $D = \frac{M}{V}$: so ist, wenn V durch die Multiplication übersetzt wird, $M = V D$, welches das erste war; und wenn wir jetzt D durch die Division übersetzen, so ist $V = \frac{M}{D}$, so das zweyte war.

I. In zweenen Körpern, die sich wiederum durch große und kleine Buchstaben unterscheiden, welches ich inskünftige bey allen Proportionen thun werde, verhält sich wiederum

$$M : m = V D : v d.$$

Bey gleichen Inbegriffen.

$$M : m = D : d.$$

Bey gleicher Dichtigkeit.

$$M : m = V : v.$$

II. Also

II. Also ist $v : V = \frac{m}{d} : \frac{M}{D}$.

wenn $m = M$.

$$v : V = \frac{1}{d} : \frac{1}{D}.$$

wenn $d = D$

$$v : V = m : M.$$

§. 37. Diejenigen festen Körper, welche auf den flüßigen, zum Beyspiel, ein Schwamm, Holz, Pappier, Leinwand auf Wasser; die Metalle, Gold ausgenommen, im Quecksilber nur so lange schwimmen, bis ihre Zwischenräume genug ausgefüllt sind, hernach aber untergehen; ob sie schon lockerer und leichter sind, als die flüßigen Materien, scheinen doch aus dichteren und schwereren Theilchen zu bestehen, als Wasser, oder Quecksilber.

Sie können nicht wegen dem Wasser, oder Quecksilber untergehen, das nun in ihren Zwischenräumen ist: als welche mit ihres gleichen im Gleichgewichte bleiben; so müssen dann schon ihre

ihre feineren Theile an Dichtigkeit und Gewicht größer seyn.

Wir können also I. aus der Lockernheit, oder Dichtigkeit der Körper nicht allemal auf eine gleiche Beschaffenheit der feinen Bestandtheile schließen. Aus dem, daß das Gold dichter ist, als Diamant, folgt nicht, daß es auch seine feinsten Theile seyn müssen.

II. Vielmehr scheinen die meisten festen Körper aus dichteren Theilchen, als Wasser: die Metalle aus dichteren, als Quecksilber, unter dem nämlichen Inbegriffe betrachtet, zu bestehen.

§. 38. In den meisten Körpern ist die Menge der Zwischenräume so groß, daß sie die Menge der Materie übertrifft.

Dieses zu begreifen, dürfen wir nur erwägen, daß das ganze Volumen des Körpers sowohl die Zwischenräume, als Materie einschließt, und daß von diesen nur die Materie wiegt. M = P (34. §. II.).

Wenn nun aus zweyen Geschirren, welche in sich selbst gleich schwer sind, und ein jedes 6. ℔ Wasser halten könnte, eines wirklich 6. ℔, das andere nur 1. ℔ wiegt, ihre Schwere nicht miteingerechnet, so schließen wir, daß im zweyten sechs mal mehr leerer Raum seyn müsse, als Wasser; es muß also aus zwey gleich großen

Körpern, von denen einer 6. ℔, der andere 1. ℔. wiegt, auch der zweyte sechsmal mehrer leere Räume, als Materie haben. Ferner verhält sich nach Muschenbröcks Bestimmung (*) das Gewicht des Goldes zu dem des Wassers, gleichwie 19, 5 : 1, oder auch die Decimale 5, zu ganzen gemacht, wie 39 : 2. Es ist aber hier das Gold noch mit seinen Zwischenräumen genommen, deren es wenigst so viele hat, als Materie, weil sich durch eine goldene hohle Kugel das Wasser durchdrücken läßt. Setzt man es also ganz dicht, so ist sein Gewicht zu dem des Wassers wohl = 39 : 1. es müssen also im Wasser 39. mal mehr leere Räume, als Materie seyn.

I. Das fichtene Holz ist nur halb so schwer, als das Wasser, es muß also 78. mal mehrer Zwischenräume haben, als Materie: die Luft gar 31200. mal, weil es 800. mal dünner, und leichter ist, als Wasser.

II. Da nur die Materie, nicht aber die Leere das Fühl- und Sichtbare (statum sensibilem) eines Körpers ausmacht, läßt sich leicht begreifen, wie wir dennoch nur diese, und nicht die obschon mehrere Zwischenräume sehen müssen, als welche von sich selbsten nie, sondern wegen dem durchscheinenden Licht, oder aber nur in soweit sichtbar seyn können, als die Gränzen der herumliegenden Körper Theile gesehen werden.

§. 39.

(*) Muschenb. Elem. Phys. cap. 1. §. 42.

§. 39. In den feinsten Zwischenräumen der Körper muß es nothwendiger Weise leere Räume (vacuum disseminatum) geben.

Sonst könnte 1. kein Körper zusammen gedrückt werden, folgsam auch keiner elastisch seyn; denn was sich zusammen drücken läßt, muß Zwischenräume haben, die enger werden können; sie können aber nicht enger werden, wenn nicht einige davon leer sind; es könnte dann die darinn befindliche Materie durchdrungen werden, welches wiederum unmöglich ist. 2. Ist eine Bildung der Theile nicht wahrscheinlich, die alle Räumchen ausfüllte, welches theils aus den wie immer zusammen gesetzten Grundtheilchen (§. 26. Anmerk.), theils aus dem einleuchtend wird, daß wir ohnedem in den Körpern so verschieden gebildete, und meistens sehr wenige auf einander passende Theile wahrnehmen. — — Es müssen also ganz leere Räumchen seyn.

Und zwar müssen I. in allen Körpern etwelche seyn.

II. Sogar die feine Himmelsluft (materia subtilis, æther), wenn es eine giebt, muß sie haben, sonst würden die elastischen Zitterungen derselben, durch die ihre Vertheidiger die Wärme, und das Licht erklären, nicht bestehen können.

Anmerk. Ob es auch eine merkliche Leere (vacuum coacervatum) gebe, sind die Naturkündiger nicht einig. Neuton behauptet es unter den großen Himmelskörpern, weil endlich der Widerstand auch einer wie immer feinen Materie ihre Bewegung nach und nach merklich hemmen müßte: andere läugnen es heut zu Tage zwar hauptsächlich deßwegen, weil, wenn Neutons Grund gelten sollte, auch wohl ein gleiches von dem Lichte, das die größten Himmelskörper nach seiner Meynung allenthalben ausstreuen, zu fürchten seyn müßte: viele haben sogar einer solchen Leere die Möglichkeit abgesprochen. Die Alten eigneten der Natur eine gewisse Furcht vor der Leere (metum vacui) zu. Sie verstunden darunter ein Gesetz, vermög dessen die Körper aller Leere sich widersetzen müßten. Heut zu Tage liegt der Ungrund dieses Ungeheuers besonders nach der Querickischen Entdeckung vollkommen am Tage.

§. 40. Nutzen des Gegenstandes.

Nicht nur die Arzney, welche durch die Poros des menschlichen Körpers die böse Feuchtigkeit heraus, verschiedene Heilungsmittel aber durch Pflaster, Räuchern, u. s. a. hinein bringet, sondern auch die Landwirthschaft macht Gebrauch von diesem Gegenstande. Sie nennet den Grund, der zu große Zwischenräume hat, einen trocknen, und hitzigen, weil nämlich die Wärme zu sehr darauf wirken kann, Regen und Feuchtigkeit darinn zu fruh vertrocknet, den aber,

aber, der zu enge, und wenige hat, einen nassen und schweren Grund, weil die Nässe immer darinnen bleibt, die Wärme zu wenig eindringen kann ꝛc. und lehrt beyde so zu mischen, daß eine mittlere, und gute Erde daraus entstehe. Sind wir im Stande durch die Verschließung der Zwischenräume die Ausdünstung eines Körpers zu verhindern, so werden wir ihn von der Faulung verhindern: so bewahret der Rauch das Fleisch davon nur durch seine zusammenziehende Kraft, mittels der er die Zwischenräume enger macht, und der äußeren Luft den Zutritt versperret. Zwetschgen, Kirschen, und anderes Obst, wovon unten noch mehr vorkommen wird, in weißes Wachs getauchet, an dem Stengel aufgehängt, hält sich lange Zeit schön und gut. Die Eyer werden nur mit gemeinen Fürniß, Wachs, oder Hammelfette überzogen, und aufbehalten. Auf diese Art könnten nach Reaumurs Zeugnisse die fremden Vögel mit größerm Vortheile zu uns überbracht werden, als es sonst geschehen mag; wenn nämlich ihre Eyer so hieher geliefert, und von unsern Hühnern oder Vögeln ausgebrütet würden. Der weiße Marmor kann auch also verschieden gefärbt werden; man reibt ihn mit Bimsenstein, läßt ihn auf einem eisernen Rost etwas warm werden, gießt dann geschmolzenes Wachs, Terpentinöl, Fürniß ꝛc. die entweder selbst schon eine Farbe haben, oder gefärbt werden müssen, darauf; und schleift ihn, Drachenblut macht ihn sonst purpurfärbig, und besonders schön.

Dritte Abhandlung.

Von den thätigen Eigenschaften der Körper.

§. 41. Thätige Eigenschaften der Körper nenne ich hier die, welche für sich selbst vermögend sind eine körperliche Wirkung hervor zu bringen. Diese sind hier der Zusammenhang, die Elasticität, und die Schwere der Körper.

Erster Abschnitt.

Von dem Zusammenhange der Körper.

§. 42. Wenn wir eine Gewalt anwenden müssen, die Theile eines ganzen Körpers zu trennen, so sagen wir, daß sie zusammen hangen.

Epikur holte den Zusammenhang der Körper von kleinen Häckchen; einige von einem allgemeinen Leim; des Cartes von der respectiven Ruhe der Theile; Nollet u. a. von dem Druck einer äußeren feinen Materie; Neuton endlich

endlich von einer Kraft der Theile selbst her, mit der sie sich einander anziehen.

§. 43. Erfahrung. 1. Allemal muß man eine Gewalt anwenden, wenn man die Theile eines Körpers trennen, z. B. ein Holz spalten, einen Stein zerschmettern will. Ein metallener Drat, eine Saite tragen schwere Gewichte, bis sie brechen. 2. Ein Tropfen Wasser, der an einem Finger hängt, trennet sich nicht, bis er schwer genug wird, sich los zu reißen. Auch die Luft hängt sich an alle flüßige Materien, an die Wände der Geschirre häufig an: sogar von den Theilen einer vom Winde hin und her getriebenen Flamme zieht einer den andern nach sich. 3. Nie wird man zwo steinerne, oder metallene Kugeln so zusammendrücken können, daß sie an einander hängen; macht man sie aber eben, so werden sie, besonders die aus Bley, schwere Gewichte tragen. Eine Kugel von Wachs klebt um so stärker an dem Tische an, je mehr sie darauf gedruckt wird. 4. Auch hangen zwar zwo ungeschliffene Glas- oder Marmorblatten nicht zusammen, wohl aber geschliffene, besonders wenn sie mit Fette, noch mehr, wenn sie mit warmer Fette, am meisten, wenn sie mit Pech beschmieret werden. 5. Die flüßigen Körper hängen sich durchgehends nur an jene Feste an, welche entweder selbst schon, oder doch (37. §.) in ihren kleinsten Theilen dichter sind. Holz, Pappier, u. a. werden vom Wasser naß, wenn sie darein getaucht werden;

Merkurius, ob er sich schon an diesem nicht anhängt, hält sich doch an den Metallen, wenn sie darein versenkt werden. 6. Der Zusammenhang der obigen zwo Glasblatten ist zwar nicht stärker, wenn sie gleich einen Zoll, als wenn sie nur eine Linie dicht sind: doch hangen sie an einander, obschon feine Seidenfäden entzwischen gelegt werden, die ihre Berührung etwas verhindern.

§. 44. Alle Körper hangen mit einer Kraft zusammen.

Dieses beweisen alle angeführte Versuche, besonders die ersten zween: denn wenn eine Kraft und Gewalt nothwendig ist sie zu trennen, so müssen sie mit einer Kraft zusammen hangen.

§. 45. Der Zusammenhang der Körper scheint nach diesen Regeln bestimmt werden zu können.

1. Stehet er mit der Menge der Berührungspunkte in dem genauesten Verhältnisse (3te, und 4te Erfahr.) — — denn wenn ich die Bleykugeln eben schneide, die vom Wachs stärker an den Tisch drücke, wenn ich die rauhen Theile einer Glasblatte abschleife, die leere Höhlungen mit Fette ausfülle, besonders warmer, dessen feinere Theile leichter in dieselbe hineingezogen werden, vermehre ich nur die Berührungspunkte.

2. Das

2. Das nämliche Verhältniß hält er mit der Dichtigkeit der Körper, oder wenigst ihrer Theile (5te Erfahr.) — — Dieses scheinet wohl die offenbare Einstimmung der Erfahrung mit dem Oele (§. 37.) hinlänglich zu beweisen. Die Theile der Körper, die sich hier stärker zusammen halten, zeigen dort eine größere Schwere, Masse und Dichtigkeit; und die, welche dort diese zeigen, halten hier stärker zusammen. Ist diese so entsprechende wechselweise Erfahrung nicht Grund genug? Und wenn wir dieses in so vielen Körpern wahrnehmen, können wir nicht auch aus der Analogie auf andere schließen, mit welchen wir die ähnlichen Versuche nicht machen können?

3. Sogar in ganz kleinen Abständen, z. B. durch die kleinsten ganz leere Zwischenräume können sich die Theile noch an einander halten (6te Erfahr.), — — — halten sich die Theile hier noch an einander, so werden sie es wohl dort auch können. Wenn aber andere Theile entzwischen liegen, z. B. zwischen a, und b wäre C, so scheint die Erfahrung zu beweisen, daß das Theilchen a nicht durch das Theilchen C auf b wirken könnte, sondern nur auf c; und c wurde nur mit a, und b mit c, ein Theil nur mit dem andern zusammen hängen; weil zwo dickere Blatten auch nicht stärker an einander halten, als zwo dünnere (6te Erfahr.)

Es kömmt also I. hier wieder alles auf die Gestalt der Theile an. Zween Würfel hängen stärker zusammen, als zwey Polygonen, und diese stärker, als zwo Kugeln: überhaupt, Theile von größern Flächen sind hier die schicklichsten, daher kömmt die Kraft der Salze. Ein Ring bleibt an der Asche eines mit Salz wohl geriebenen, oder 24. Stund im Salzwasser gebeitzten, und dann, nachdem der Ring daran gehängt ist, verbrannten Zwirns noch hangen, weil nämlich die nicht verbrennten Salztheilchen die Asche noch zusammen halten.

II. Was die Berührung vermehrt, verstärkt auch den Zusammenhang; darum werden durch nicht zu heftiges Schlagen, durch proportionierte Vermischung die Metalle stärker.

III. Der Zusammenhang vieler Körper stehet freylich mit ihrer Dichtigkeit in keinem Verhältnisse: so trug ein Drat aus Eisen bey den Muschenbröckischen Versuchen 450. ℔., ein gleicher Bleydrat aber nur 29. ℔., da sich doch die Dichtigkeit des ersten zu der des zweyten verhält, wie 7, 645: 11, 310. doch läßt sich die Sache theils aus der vortheilhafteren Bildung, theils aus der größeren Dichtigkeit der feineren Theile, die nur in großen Körpern weiter aus einander gesetzt sind, hinlänglich erklären.

IV. Aus eben diesem Grunde, und zugleich aus den so kleinen Zwischenräumchen, daß die Thei-

Theile noch zusammen hangen können, scheint die Härte der Edelsteine, besonders des Diamants begreiflich zu werden, welcher, ob er schon weit ringer, als Gold ist, doch auch von der schärfesten englischen Feile nicht angegriffen wird.

§. 46. Weder die Berührung allein, noch eine kleine Ruhe der Theile, und eben so wenig eine Bewegung derselben nach einer Richtung kann die Ursache des Zusammenhanges der Körper seyn.

Nicht die ersten zwey: die Körper hangen mit einer Kraft (§. 44.) zusammen; es muß also das, was den Zusammenhang verursachet, diese Kraft in sich enthalten: diese enthalten aber beyde nicht, weil beyde für sich unthätig sind. — Nicht das dritte: denn die Körper hangen nach allen Richtungen zusammen; es ist also die Bewegung nach einer Richtung nicht erklecklich zu diesem Zusammenhang.

I. Die Berührung, Annäherung, Dichtigkeit sind also nur Mittel zum Zusammenhang, und II. muß entweder in, oder außer den Körpern eine Kraft seyn, welche sich zusammen hält. III. Diese muß sich auch bis auf die Elemente erstrecken, als auf die ersten Theile, ohne derer Zusammenhang unter einander der Zusammenhang der größern nicht kann gedacht werden.

§. 47.

§. 47. Nicht kleine Häckchen, oder ein allgemeiner Leim, 2. nicht der Druck der äußeren Luft, 3. auch nicht eine wie immer feine Materie kann der letzte Grund des Zusammenhanges seyn.

Denn 1. bestehen alle diese schon aus Elementen, was hält denn die zusammen? — 2. Die Körper, die zwey Glas- oder Marmorblatten, die zwey Bleykugeln 2c. hangen auch im luftleeren Raum zusammen; da doch die magdeburgischen Halbkugeln dort sogleich aus einander fallen, die in der freyen Luft so viele Gewichte tragen: die Luft kann also der letzte Grund des Zusammenhanges nicht seyn. 3. Die feine Materie kann nach der Meynung ihrer Patronen alle Körper frey und ungehindert durchwandern: es ist also nicht mehr wahrscheinlich, daß sie dieselbe so fest zusammen halten könne. Ja es widerspricht sogar der Erfahrung, welche zeigt, daß keine Materie zween wie immer gebildete Körper zusammen zu halten vermöge, wenn sie zwischen dieselbe eindringen kann. Die zwo magdeburgischen Halbkugeln werden sogleich getrennt, wenn nur eine kleine Oeffnung der äußern Luft einen Zutritt verstattet. Und wenn die Gewalt der druckenden Feinmaterie so groß wäre, hätte nicht Neuton Ursache, endlich eine Hemmung der Himmelsbewegungen zu befürchten?

§. 48. Der letzte Grund des Zusammenhanges scheint also eine in den Elementen selbst liegende Kraft zu seyn.

Denn keine noch von den angeführten ist zureichend, keine ist auch wohl mehr angeblich.

§. 49. Wenn ich annehme, daß diese Kraft der Elemente eine anziehende seye, welche bey ihrer Annäherung immer wächst; in kleinsten Abständen stärker als die Schwere; in der Berührung aber am stärksten wirkt; so können nicht nur alle Erscheinungen des Zusammenhanges vollkommen daraus hergeleitet werden: sondern sie müssen auch so geschehen, wie sie wirklich geschehen.

1. Werden die Theile wirklich mit einer Kraft zusammen hangen, weil sie sich mit einer Kraft thätig anziehen. 2. Der Zusammenhang muß mit der Menge der Berührungspunkte im ordentlichen Verhältnisse stehen, weil auch die Menge der anziehenden Theile mitwächst. So muß 3. das Verhältniß mit der Dichtigkeit der feinsten Theile beschaffen seyn; als mit welcher eben sowohl die Menge der Berührungspunkte in Proportion stehet. 4. Da sie

bey

bey der Annäherung der Elemente gegen einander immer zunimmt, so muß sie endlich, wenn die Abstände ganz unmerklich werden, den Zusammenhang schon bey solchen Entfernungen befördern können. Daraus folgt nun weiters

I. Leim, Quitte ꝛc. halten zween Körper in sofern an einander, als ein jedes Theilchen derselben die nächsten Theile beyder Körper berührt, und an sich ziehet. Daher ist dicht aufgestrichner Leim nicht so gut, als der dünnere, weil alsdann dessen Theile nur unter sich, nicht aber mit den Körpertheilchen zusammen hängen, welche sie zusammen halten sollten.

II. Je mehr man eine Saite, einen Drat anspannen, ein Lineal biegen will, desto mehr Gewalt dazu vonnöthen ist; nicht als würde der Zusammenhang immer stärker: sonst müßte ja wohl der Körper nie brechen; sondern weil man das Anziehen immer mehrerer Theile zu überwinden hat. So wäre bey Spannung eines Bogens K K, R R nach X (fig. IX.), den man sich aus Lamellen zusammengesetzt vorstellet, anfänglich nur das Anziehen der obern Theile a + b, b + c ꝛc. hernach der obere, und mittlere a + b + e + f, b + c + f + g: indem der Abstand der obern noch so groß nicht ist, daß sie nicht noch auf einander wirken könnten: und sofort immer mehrere zu überwinden. Ferner nehmen

III. Die Tropfen aller flüßigen Materien sich selbst überlassen, eine runde Gestalt an, als un-

ter

ter welcher das Anziehen aller ihrer Theile gegen einander gleich ist.

IV. Wenn die Tropfen der flüßigen Materien solche feste Körper, welche sich in ihnen versenken, z. B. m m (fig. IV.) unten, oder oben berühren, so verlieren sie ihre runde Figur, und fließen auf der Berührungsseite gegen b c aus einander. — — Die feinen Theile des festen Körpers sind dichter, als des Tropfens seine; sie ziehen dann die nächsten Theile desselben bey e und r stärker an sich, als sie von den übrigen Theilchen des Tropfen gegen O hingehalten werden; so werden sie nach und nach gegen b und c hinaus gerissen; und da sie ihre anliegende, und diese wieder die nächsten Tropfentheilchen mit fortziehen, muß der ganze Tropfen niederer werden, und zerfließen.

V. Dieses Zerfließen geschieht bey dem Queckfilber auf Metallen, nicht aber auf Glas, Holz ꝛc. weil es dichter ist, als dieses, folgsam ihre eigene Theile noch stärker an sich hält, als die Glastheilchen darauf wirken. Daher kömmt es nun weiter.

1. Daß sich Wasser an meine Hand, Holz an Pappier, u. a., Quecksilber zwar nicht an diese, wohl aber an die Metalle anhängt, wenn sie darein getaucht werden. 2. Daß sich Wasser, Weingeist ꝛc. bey den Wänden a und b (fig. V.) eines Geschirres, C und D einer darinn versenk-

senkten Glasröhre erhebe: Quecksilber aber (fig. VI.) allemal niederer stehe, und sich davon gleichsam entferne. 3. Daß weder das Zerfließen der Tropfen, (fig. IV.) noch das jetzt beschriebene Erheben des Wassers geschehe, wenn der Tropfen mit Hexenmehle bestreuet, der Körper, auf dem er zerfließen soll, das Geschirr, in welchem das Wasser ist, oder die Röhre, die man darein taucht, mit einer Fette beschmiert wird; diese verhindern die Berührung, und sind selbst zu schwach, die Theile des Tropfen stärker anzuziehen, als diese sich selbst anziehen. 4. Daß das Wasser in einem ganz gefüllten Geschirr nicht sogleich herabrinne, sondern eine erhabene Gestalt annehme; es wird nämlich von dem Geschirr noch stärker zurücke gehalten, als der Theil des Gewichtes ist, mit dem es herabrinnen will; darum es sich auch bey dem Herausschütten immer an das Geschirr anhängt. 5. Daß ein recht leichtes Glasküglchen, so man in ein nicht ganz mit Wasser angefülltes Geschirr a b (fig. VII.) legt, allemal mit beschleunigter Bewegung der Wand des Geschirres zueile; sich aber davon entferne, wenn das Geschirr, so wie Nro. 4. ganz voll ist: es ist nämlich im ersten Falle bey m, oder gegen der Wand, im zweyten bey n, oder gegen der Mitte das Wasser erhabner und häufiger, also muß auch das Anziehen im ersten Falle gegen der Wand m, im zweyten von derselben gegen n stärker seyn. 6. Daß etwelche derley Kügelchen a b c d (fig. VIII.) in einem Wasser,

Wasser, oder Weingeist, sobald sie sich berühren, zusammen hangen, und dem ersten, wo es immer hinbewegt wird, nachfolgen; das zwischen a und b, b und c sich erhebende Wasser berührt, und hält beyde Kugelchen so wie ein Leim zusammen. Und daß endlich 7. nur das Wasser, Weingeist, u. d. gl. nicht aber das Quecksilber in den Haarröhrchen in die Höhe steigen könne, wie an seinem Orte das weitere folgen wird.

Anmerk. Ich will hier noch nicht auf das wirkliche Daseyn einer anziehenden Kraft schließen, obschon Grund genug vorhanden wäre: um es dann mit größerm Rechte thun zu können, wenn die Einstimmung der Schwere sogar auch bey den großen Weltkörpern gezeigt seyn wird.

§. 50. Nach dem Unterschiede des Zusammenhanges ist der Körper flüßig, hart, fest, weich, elastisch, spröd.

Flüßig ist ein Körper (fluidum Corpus), wenn der Zusammenhang seiner Theile so schwach ist, daß das Gewicht einer Menge von ihnen in der Größe einer Erbse genommen, sie zu trennen vermag; im widrigen Falle ist er fest.

Ein fester Körper ist hart (Corpus durum), wenn er sich entweder gar nicht, oder doch nicht ohne zu große Mühe zusammen drücken läßt, und im ersten Falle zwar wäre er vollkommen hart, dergleichen es aber keinen giebt: daher

sind alle Körper nur in Vergleichung mit andern hart.

Ein weicher Körper (Corpus molle) heißt der, welcher sich zusammendrücken, oder der Figur nach wie immer verwandeln läßt, ohne daß seine Theile entweder getrennet werden, oder die alte Figur wiederum annehmen, als zum Beyspiele, Wachs, nasser Thon ꝛc. Wenn er sich zwar verändern, dehnen, zusammendrücken läßt, ohne Zerreißung seiner Theile; sich aber, nachdem die verändernde Gewalt weg ist, wieder in die alte Lage richtet, wie z. B. ein gespannter Bogen wieder zurücke springt, so ist er elastisch. (Corpus elasticum).

Spröde (rigidum) endlich ist er, wenn die Veränderung der Gestalt das Zerreißen mehrerer Theile von ihm erfordert. Beyspiele von diesen sind die Springkolben, und Glastropfen, welche in dem Abschnitt von der Glasmachung am schicklichsten vorkommen werden.

Es müssen also I. die festen Körper aus dichtern, gröberen, mit größeren Seiten und Flächen versehenen Theilen z. B. aus würflichten, prismatischen ꝛc. die flüßigen aber aus dünnern, kleinern, runden, oder recht klein und vieleckigten Theilchen bestehen. II. Die weichen werden wohl eine mittlere Bildung von diesen haben. III. Nach dem Grade der Flüßigkeit ist auch die Menge der Theile, und ihre Dichtigkeit beschaffen; gleichwie die Luft weit flüßiger

ger ist, als das Wasser, so zeigt sie auch wohl eine 850. mal mindere Schwere und Dichtigkeit, als diese.

Ein Luftkugelchen also, das im Durchschnitte eine Linie hat, muß 850. mal weniger Materie, und mehr leere Räume haben, als ein gleich großes Wasserkugelchen; daß man folglich dasselbe als gleichsam nur aus lauter Fäden, oder Linien zusammengesetzt ansehen kann. In diesem Falle wird ein solches Lufttheilchen einen andern Körper leicht in 3, oder 4. Punkten berühren, da ihn ein rundes, obschon dichteres Theilchen nur in einem Punkte berührt: und so läßt sich das fast stärkere Anhangen der Luft an Wasser, Holz, u. a. als des Wassers selbst begreifen.

IV. Der Merkurius muß aus recht feinen sphärischen Theilchen bestehen, weil er im Feuer so flüchtig ist, und nie außer durch die äußerste Kälte zu einem nur schwachen Eis wird.

§. 51. Nutzen des Gegenstandes.

Muschenbröcks vortreffliche Versuche, womit er die Stärke der Holze und Metalle prüfte, verdienen hier wohl den ersten Platz. (*) Er henkte an viereckigten 0, 27. rheinländische zollbreite Stäbchen nach ihrer Länge Gewichter an, und es brach

Das

(*) Elementum phys. cap. 19.

Das Lindenholz	von	1000. ℔
Erlenholz		1000.
Tannen		600.
Eichen		1150.
Ulmen		950.
Bucher		1250.
Fichten		550.

Von den Metallen machte er cylinderförmige Drate, im Durchschnitte 0, 1. rheinländischen Zoll dick. So riß

Kupfer	von	299, 25 ℔
Meßing		360
Gold		500
Zinn		49, 25
Bley		29, 25
Silber		370
Eisen		450

Wie die Metalle durch Zusetzung, und Vermischung mit einander verstärkt werden, kann in der Naturlehre (*) zum Gebrauche der lateinischen Schulen in Bayern, und in Erxlebens Naturlehre (**) gelesen werden. Diese sagt auch, daß die Tücher durch das Walken fast nochmal so stark werden, als sie vorher waren; die Stricke sind um so viel besser, je feiner die Fäden

(*) 114. Seite. (**) 112. Seite.

Fäden sind, aus denen sie gemacht, und je weniger sie gedrehet werden. Trockene, und ungepichte sind auch besser, als nasse, und gepichte. Vom Leimen, und Quitten hat ebenfalls Muschenbröck viel nützliches geschrieben.

Arabischer Gummi in rectificierten Weingeist aufgelöst, hält Glas zusammen. Topfen mit etwas ungelöschten Kalch küttet Porcellain. Eyerweiß wohl abgeklopft, dann filtriert, und fein gesiebten ungelöschten Kalch darein gerührt, ist auf Glas und Porcellain vortrefflich gut. Thut man weichfließenden Firniß dazu, und reibt es wie eine Farbe auf einem Stein ab, so bekömmt man auch für steinerne Krüge, irdene Töpfe, physikalische Instrumente, u. a. ein Kütt, das im Wasser und Feuer hält.

Zweyter Abschnitt.

Von der Elasticität, oder Schnellkraft der Körper.

§. 52. Die Elasticität, oder Schnellkraft (elasticitas) ist ein Vermögen der Körper, sich wieder in die Lage und Gestalt zurücke zu richten, aus der sie, wie immer durch eine Gewalt gebracht worden sind.

Einige Naturkündiger holen sie nur entweder von der Figur, oder Härte der Körpertheile: die Cartesianer von ihrer allmächtigen Feinmaterie her, die sich entweder in den Zwischenräumchen befindt, und mit einer Wirbelbewegung begabt ist, oder von außen eindringt. Diejenigen, welche neben der anziehenden Kraft auch eine zurücktreibende zu lassen, sagen, bey einem gespannten Bogen wirke auf der obern Seite die Attraction, auf der untern aber die Repulsion. Neuton, Suckow, u. a. pflichten in der Hauptsache meiner Meynung bey, die ich im 57. §. vortragen werde.

§. 53. Erfahrung. 1. Ein Linial aus Holz, Stahl, u. a. wenn es gebogen, und dann an einem Ende frey gelassen wird, springt sogleich zurücke, und schwingt etlichemal hin und wieder. 2. Wenn man um eine zugebundene Blase, die nicht voll Luft ist, einen Faden bindet, sie alsdann auf einen hohen Berg hinaufträgt, so schwillt die Blase auf, und die sich ausdehnende Luft sprengt sogar den Faden ab. Trägt man sie wiederum herab, so fällt sie zusammen, und dieses geschieht noch mehr, wenn sie in einen Keller gebracht wird. 3. Auf eine mit dünner Farbe, oder Fette bestrichene Marmorplatte, oder Ambos lasse man von einer Höhe eine helfenbeinerne, hölzerne, gläserne, gypsene, oder wächsene Kugel herabfallen, sie wird nicht nur wieder in die Höhe springen, sondern bekömmt beym Auffallen eine ganze platte, oder

wohl gar etwas hohle Figur, wie man aus dem Merkmaal abnimmt, welches sie in der Farbe, oder Fette, mit der die Blatte bestrichen ist, zurücke läßt. 4. Berühre ich einen an dem Boden eines Geschirrs hangenden Wassertropfen mit dem Finger, und ziehe ihn etwas abwärts; so springt er nach einiger Dehnung zurücke, und zieht sich zusammen: drücke ich aber einen Quecksilber, oder in Hexenmehl eingewickelten Wassertropfen etwas niederer, so springt er allemal wieder in die Höhe, dehnet sich aus, und nimmt seine runde Gestalt an. 5. Wasser, Oel, u. a. auf ihres gleichen von einer Höhe herabgegossen, geben so, wie feste Körper, einen Schall. 6. Zwo nach ihren Flächen sich berührende, und zusammenhangende Glasblatten (§. 43.) auf einer Seite in etwas aus einander gezogen, schnellen sogleich, und zwar nur ihres gegenwärtigen Anziehens halber zusammen.

§. 54. Die Elasticität ist eine allgemeine, und thätige Eigenschaft der Körper.

Alle Körper ziehen sich zusammen, wenn sie ausgedehnt, und dehnen sich aus, wenn sie zusammen gedrückt werden (1ste 2te 3te Erfahr.) auch sogar die flüßigen (4te Erfahr.) alle geben einen Schall, welcher die schwingende Bewegung elastischer Theile des schallenden Körpers zum Grunde hat (5te Erfahr.) so müssen dann alle elastisch seyn. — — — Die Elasti-

citát bringt Wirkungen, und verschiedene Bewegungen hervor; sie zu überwinden, z. B. eine Uhrfeder, einen Bogen zu krümmen, muß man wirklich eine Gewalt anwenden; sie muß also selbst etwas thätiges seyn.

I. Die Elasticität ist in den Körpern, die keine zu haben scheinen, nur minder merklich. Einige zeigen sie nur unter gewissen Umständen, und Gestalten z. B. Glasfedern haben eine erstaunliche Federkraft.

Erste Anmerk. Dem Wasser, Merkurius, und andern derley flüßigen Materien hat man lang die Federkraft abgesprochen, weil sie die florentinische Akademie del Cimento in angestellten Versuchen nicht hätte zusammen drücken können. Es zeiget aber Canton (*) in den englischen Transactionen, daß sich dieses mit Wasser und Quecksilber verrichten lasse. Der Herr Professor Herbert zu Wien behauptet, daß von einer 4. Fuß hoher Quecksilbersäule das Wasser um $\frac{1}{4358}$, der Weingeist um $\frac{1}{5101}$, das Leinöl um $\frac{1}{7287}$, das Quecksilber um $\frac{1}{10528}$ zusammen gepresset werde (**).

Zweyte Anmerk. Wenn ein Körper nach einer Veränderung seine Gestalt z. B. eine zusammengedrückte Kugel seine runde Figur vollkommen

(*) Naturlehre zum Gebrauche der lateinischen Schulen in Bayern. Seite 152.

(**) Herbert Dissert. De aquæ, aliorumque fluidorum elasticitate.

kommen wieder annimmt, so ist er vollkommen elastisch. Doch vermuthlich giebt es keinen solchen in der Natur.

§. 55. Die Elasticität hält überhaupt diese in der Vernunft gegründete Gesätze.

1. Die Zurückstellung in die alte Lage geschieht allemal nach der Richtung, die der dehnenden oder drückenden äußeren Gewalt entgegen gesetzt ist: denn eine andere hätte wohl keinen zureichenden Grund.

2. Ein vollkommen elastischer Körper muß sich mit der nämlichen Gewalt, und Geschwindigkeit ausdehnen, mit der er zusammengedruckt worden. Eine vollkommen elastische Kugel müßte so hoch springen, als sie gefallen wäre, und zwar in einer gleichen Zeit. Es folgt dieses aus dem Begriffe des vollkommen elastischen Körpers.

3. Wenn die äußere Gewalt immer gleich fort wirkt, so nimmt die Geschwindigkeit z. B. im Zusammendrücken eines Körpers, immer ab: denn die nämliche Gewalt soll in einem Moment einen, im zweyten Moment zween, u. s. f. immer mehr Theile zusammen drücken; sie muß aber, da sie selbst nicht wächst, zur Zusammendrückung mehrerer Theile, auch immer mehr Zeit haben; so muß dann die Geschwindigkeit abnehmen.

4. Im Zurückstellen ist sie allemal beschleunigt: denn es stellen sich immer mehrere Theile zurücke: da dann zu der Geschwindigkeit der er-

sten die Geschwindigkeit der zweyten u. s. f. hinzu kömmt, so muß diese nothwendiger Weise größer werden. Eben dieses bestättiget die Erfahrung. Man lasse nur ein gleich gespanntes Fischbein einen Zoll, und hernach 2. oder 3. Zoll hoch auf die Hand schnellen; die Empfindung wird gewiß im zweyten Falle größer werden: die Ursache dessen aber kann nur in einer größern erhaltenen Geschwindigkeit liegen.

§. 56. Die Elasticität kann von keiner feinen Materie hergeholet werden, sie mag sich in den Zwischenräumen der Körper befinden, oder von außen eindringen.

Die Körper sind nach allen Richtungen elastisch: es müßte also die feine Materie, sie möchte in, oder außer den Zwischenräumen seyn, auch nach allen Richtungen hinbewegt werden, wenn sie die Elasticität bewirken soll: eine Bewegung nach allen Richtungen aber kann nicht gedacht werden ohne Elasticität; so müßte dann sie selbst schon elastisch seyn; wäre aber dieses, so wäre sie ja schon nicht mehr der allgemeine Grund der Elasticität.

§. 57. Wenn wir setzen, es sey ein Bogen K K (fig. IX.) aus Lamellen a e m, b f n, e g r &c. oder dreyeckigen Würfeln, und andern Figuren, welche

welche wie immer neben, auf, oder untereinander liegen, und nach ihren Flächen zusammenhängen, so wird er, man mag ihn nach x, oder y krümmen, lediglich nach den Gesätzen des Zusammenhanges allemal die vorige Lage annehmen.

Krümmet man ihn gegen X. (fig. IX.) so werden alle Lamellen, oder Dreyecke bey y von einander getrieben, wie die Figur schon weiset: nach den Gesätzen des Zusammenhanges, und der 6ten Erfahrung (§. 53.) richten sich zwey solche Theilchen in die vorige Lage, in der sich die ganzen Flächen berühren: so müssen es dann auch alle diese Theile so thun, aus welchen der Bogen bestehet.

Es ist dann I. so ein Bogen lediglich vermög seiner Kraft des Zusammenhanges elastisch, weil er sich nach der Krümmung wieder in die vorige Lage, und Gestalt richtet, und er ist es nach allen oben angesetzten Gesätzen, und dieses wird

II. um so einleuchtender, wenn der Zusammenhang wirklich von der Atraction herstammt: denn da die von einander stehende Theile a b, b e, e f &c. einander anziehen, so müssen sie sich auch wirklich zusammen bewegen, wenn sie nichts daran hindert: und da eine Kraft (48. II.) in der Spannung das Anziehen immer

mer mehrerer Theile überwinden muß; in Zurückstellung aber sich die Theile immer mehr und mehr der Berührung nähern, so sieht man offenbar, daß im ersten Falle die Bewegung (§. 55.) immer langsamer, im zweyten immer geschwinder werden müsse.

III. Daher wird nun auch das Hin- und Wiedererschwingen eines solchen Bogens ganz begreiflich: denn da die Bewegung im Zurückschnellen beschleunigt, und zwar bey der vorig errichteten Figur (fig. IX.) am stärksten ist, so kann sie nicht auf einmal gehoben werden, wenn schon auch die Theile a b, e f auf einander stoßen: sie wird dann noch fortdauern, die untern Theile m n, n x &c., so wie bey der ersten Krümmung dem obern geschah, den ganzen Bogen von einander reißen, und den ganzen Bogen mit abnehmender Geschwindigkeit nach y hinüber biegen: von dorten werden sie nach den Gesätzen des Zusammenhanges, und Anziehens wieder zurücke gehen, und dieses so lange, bis sich endlich alle Bewegung nach und nach verliert, als von welcher wegen dem Zusammenstoßen der Theile a b, b c, und m n, n r &c. nach den Gesätzen des Stoßes etwas vernichtet werden muß.

IV. So, wie ein solcher Bogen, wird ein Körper, wenn er aus dreyerley Theilchen bestehet, das ist, Lamellen, Dreyeck ꝛc. oder auch nur aus geraden Linien, die sich nach der Länge berühren, elastisch seyn. Wenn wir in denselben

selben mehr solche Theile als so zusammenhangend ansehen, so können wir sie Deutlichkeit halber als dergleichen Bögen annehmen. Es seye also eine Kugel x w y z (fig. XI.) nach allen Lagen aus kleinen solchen Bögen zusammengesetzt, dergleichen wir verschiedene nach allen Lagen hinsetzen können, a β, v δ seyen zween solche Bögen, bey x, ε μ v &c. bey y dergleichen beyderseits rund um die Linie x y seyn können. Drückt man nun die Kugel bey x y zusammen, so werden zwar die in dieser geraden Linie liegenden Theile etwas näher an einander gebracht: da aber die Lamellen 1, 2, 3 der umliegenden Bögen alle von einander gebracht werden, so wird ihr Anziehen nun rege, sie nähern sich einander, und reißen die hineingedrückte Theile a v, ε v an die vorigen Plätze x und y wieder zurücke.

Es wird also V. ein solcher Körper, wenn er mit gehörigen Zwischenräumchen versehen ist, sonst würden die im Wege liegende Theilchen sowohl die Zusammendrückung, als die Zurückstellung der Theile verhindern, lediglich vermöge des Attractionsgesätzes, das sich allenthalben im Zusammenhange der Körper äußert, elastisch seyn.

§. 58. Der Grund der Elasticität scheint also 1. darinn zu liegen, daß die Theile eines Körpers in ihrer natürlichen

chen Lage und Gestalt stärker zusammen hangen, als in der, in welcher sie eine äußere Gewalt durch Drückung, oder Dehnung gebracht hat. — — — Wenn die Theile in der natürlichen Lage stärker zusammen hangen, als in der Lage der Zusammendrückung, so müssen sie sich aus dieser allemal wieder (vorgeh. §.) in jene zurücke richten; dieß ist aber alles, was der Begriff der Elasticität heischet: so ist dann der stärkere Zusammenhang in der natürlichen Lage der Grund der Elasticität.

2. Elastisch ist ein Körper, dessen Theile in einer Lage stärker zusammen hangen, als in einer andern: unelastisch aber, dessen Theile sich in allen Lagen gleich stark anziehen; denn im letzten Falle ist kein Grund vorhanden, warum sie sich in eine andere Lage richten sollen, wenn sie aus einer gebracht werden.

3. Die Theile der elastischen Körper haben vermuthlich so eine Bildung, welche in einer Lage eine größere Berührung gestattet, als in einer andern, z. B. Lamellen, Dreyecke, Würfeln, gerade

Linien

Linien ꝛc. und die mit vielen Zwischenräumen unterbrochen ist: die unelastischen aber, so eine, daß die Berührung fast allenthalben gleich ist; Kügelchen ꝛc. ganz kleine reguläre Vielecke ꝛc. — — so zeigen sie die Körper wirklich. 1. Der elastische Stahl zerbrochen zeigt glänzende Lamellen, Splitter, spitzwinklichte Dreyecke, und sehr viele Zwischenräume, das wir alles bey dem Eisen nicht finden. Sogar wenn der Stahl seiner Elasticität beraubt wird, sind seine Theile schon stumpfer, kürzer. Ein ähnliches läßt sich auch in dem Holze sehen. 2. Ueberhaupt zeigen jede harte Körper mehr ungleich gebildete, mit vielen Zwischenräumen durchlöcherte Theile; wo dann die Berührung nothwendiger Weise auf einer Seite stärker, als auf der andern seyn muß. Hingegen 3. geben uns alle, welche sehr schwach elastisch sind, als Wasser, Blut, Milch ꝛc. beynahe runde, und allenthalben fast gleich gebildete Theile zu sehen.

4. Wenn es also wirklich eine Attraction giebt, wovon der Zusammenhang der Körper herkömmt, so ist sie die einzige wirkende Ursache der Schnellkraft. Also folget noch ferners

I. Wie die Elasticität durch Hämmere, oder durch Zusetzung fremder Materie verstärkt werde: das

das erste vermehrt die Berührung, das zweyte verschafft den Theilen eine ungleiche Bildung, mehr Zwischenräume ꝛc. daher dann auch nicht eine jede Mischung der Materie dieses bewirkt.

II. Warum sie im Stahle minder werde, wenn er, nachdem er glühend gemacht worden, in der freyen Luft langsam erkältet; stärker aber, wenn er in Wasser, oder andere kalte Materie gesteckt wird. Bey dem Ausglühen geschieht nämlich wenigst eine anfangende Schmelzung, durch welche die Winkel der Theile abgerieben, und also zur elastischen Herstellung untauglicher werden. Versenkt man aber den glühenden Stahl in ein Wasser, so dringt dieses vermög ihrer Schwere, in seine erweiterte Zwischenräume ein, dort wird es von der Hitze in einem Augenblicke, so zu sagen, in Dunst aufgelöst, wie der häufige Rauch beweiset; so treibt es, da ihr allenthalben Hindernisse zur Ausflucht im Wege stehen, die Theile aus einander, bringt ihnen eine unordentliche Bildung bey, wie er dann insgemein krumm wird, erweitert die Zwischenräume, und stellet also alle Hilfsmittel her, die zur größern Elasticität vorträglich sind.

III. Weil von den Linien eben das wahr seyn muß, was von Lamellen und andern Figuren bewiesen worden ist, sie mögen gerade, oder unter Winkeln zusammengesetzt seyn, so würde eine Kugel, die aus solchen Linien bestünde, eben sowohl, ja noch wohl elastischer seyn,

seyn, als ein aus größeren Theilen bestehende, da sie weit mehrere Zwischenräume hätte, folglich leichter zusammengedrückt werden, und sich ungehindert ausdehnen könnte. Aus solchen Linien (§. 50. III.) mag wohl beynahe die Luft bestehen, und auf solche Weise wird ihre erstaunliche Elasticität begreiflich. Nicht minder läßt sich erklären, wie Wasser, in Dunst aufgelöst, so elastisch werde. Die Theile werden weiter aus einander gesetzt, und bekommen eine der Luft ähnliche Bildung: nach der mehr, oder mindern Vollkommenheit dieser Bildung ist auch diese Elasticität beschaffen.

§. 59. Nutzen des Gegenstandes.

Ich umgehe hier die Nothwendigkeit dieser Eigenschaft in der ganzen Natur. Die Physik wird noch weiters zeigen, wie sich die Wärme, das Licht, der Schall, die Farben und alles, was die Welt belebet, und bewohnbar macht, auf die Elasticität gründe.

Wie viel selbst unserm Geiste sowohl als der Gesundheit daran gelegen ist, erfahren wir zu sehr. Wir sind bey warmem Wetter kraftlos, schläfrig, träge, unthätig; bey kaltem überhaupt munterer, thätiger. Die Wärme erweitert nämlich die Zwischenräume der Muskeln und Nerven zu sehr, macht sie zu weich, und hemmet ihre Schnellkraft: dahingegen die Kälte das Gegentheil bewirket. Daher schaden zu viele warme Getränke, sind zu stark geheizte Zimmer ꝛc. schäd-

 lich.

lich. So werden auch die Muskeln des Herzens durch Trockne zu ihren elastischen Bewegungen unfähig. — Kein Künstler, kein Handwerker wird wohl seyn, welcher von dieser Kraft der Körper nicht Gebrauch macht: keine Maschine, wo sie nicht mitwirkt. Ich umgehe hier die Pneumatischen, von denen die Physik noch handeln wird. Wem sind heut zu Tage die Windbüchsen nicht bekannt, jene schreckliche Beweise, wie viel die Elasticität der Luft vermöge? Man pflegt auch itzt die Kutschenpferde mit sehr langen Strängen anzuspannen: den Vortheil, den man davon hat, verschafft die größere Elasticität der längeren Stränge; denn nach dem Zuge der Pferde wirkt auch diese auf den Wagen, und da er also gleichsam einen doppelten Zug bekömmt, wird seine Geschwindigkeit vermehret. Freylich müssen auch die Pferde etwas von der sich an beyden Enden der elastischen Stränge äußernden Gewalt empfinden; doch da der Wagen nach der Richtung, nach welcher sich der dort angebundene Theil zurückstellt, schon in Bewegung ist, so ist dieses nicht so beträchtlich, sie werden ihn vielmehr mit geringerer Mühe wieder fortreißen.

Drit-

Dritter Abschnitt.
Von der Schwere der irdischen Körper.

§. 60. Ein immerwährendes Bestreben eines Körpers gegen dem Mittelpunkt der Erde zu, heißen wir die Schwere unserer irdischen Körper.

Von der Schwere der großen Weltkörper wird sich alsdann gründlicher reden lassen, wenn die Theorie der Centralkräfte abgehandelt seyn wird.

Die Peripatetiker suchen die Ursache der Schwere in den Körpern selbst; die Cartesianer holen sie wieder von dem Aether her, der sich entweder in einem, oder wohl gar zweenen einander durchkreuzenden Wirbeln um die Erde bewegt, wie Huygen will: oder nach Leibnitzens Geschmacke von der Erde weg, nach anderer Meynung aber gegen der Erde zudrückt. Duhämel eignet sie gar dem Drucke der Luft zu. Neuton endlich giebt sie als eine Wirkung der Attraction der Erde an.

§. 61. Erfahrung. 1. Kein Körper ist, der nicht ein Bestreben gegen den Mittelpunkt der Erde äußert. Ein Stein, ein Holz, u. a. drücken mit einer Gewalt auf meine Hand, die ihn hält. Eine dünne hohle Kugel aus Blech

wiegt schwerer, wenn sie mit Luft angefüllet, als wenn sie leer ist. Sogar eine Flamme senkt sich im luftleeren Raum abwärts. 2. Lasse ich den Körper aus der Hand, so beschreibet er eine gerade Linie, und zwar beynahe gegen den Mittelpunkt der Erde zu: in eben eine solche spannet er einen Faden aus, wenn ich ihn daran henke. 3. Im luftleeren Raume, und der nämlichen Weltgegend zeigen alle Körper eine gleiche Geschwindigkeit, aber ein ungleiches Gewicht, das mit ihren Massen in Proportion stehet. Ein Pflaumfeder, und ein Dukaten fallen gleichgeschwind herab, aber der Dukaten wiegt mehr. 4. Die Schwere der Körper ist so groß, daß sie in einer Secunde 15. Füße hinter sich legen: je höher sie aber herab fallen, je größer ihre Geschwindigkeit wird. 5. Doch ist die Schwere nicht aller Orten gleich, sondern bey den Polen stärker, als beym Aequator.

§. 62. Die Schwere ist eine allgemeine, und thätige Eigenschaft der irdischen Körper.

Die Schwere ist ein immerwährendes Bestreben gegen den Mittelpunkt der Erde zu: kein Körper ist ohne diesem Bestreben, (1ste Erfahr.) sie ist also eine allgemeine Eigenschaft. — — Die Schwere bringt Wirklichkeiten, das ist, entweder eine wirkliche Bewegung, oder einen wirklichen Druck, eine Empfindung auf meiner Hand hervor (1ste 2te 3te und 4te Erfahr.) sie

sie ist also auch eine thätige Eigenschaft der irdischen Körper.

§. 63. Die Ursach der Schwere kann keine in dem Körper selbst liegende Kraft seyn.

Wenn dieses wäre, so müßte der nämliche Körper beym Aequator eben so schwer seyn, wie bey den Polen: er ist es aber nicht (5te Erfahr.) Die genauesten Beobachtungen der Franzosen, welche Ludwig der Vierzehnte im Jahre 1735. theils nach Peru gleich am Aequator, theils nach Lappland nicht weit vom Nordpole ausschickte, die Grade des Meridians, und die Gestalt der Erde zu messen, haben bey Anstellung der Versuche so eine Genauigkeit gebraucht, daß man weder an der Richtigkeit der Sache zweifeln, noch den bemerkten Unterschied der Schwere in den verschiedenen Gegenden auf äußerliche Umstände, als Luft, Wärme ꝛc. hinüber schieben kann.

I. Noch ungereimter wird die Schwere von der druckenden Luft hergeleitet; da die Körper unter der Glocke, wenn sie vom Luft leer ist, noch wohl schwerer sind, als in der freyen Luft.

§. 64. Weder die Wirbeln des Cartesius, noch des Hugenius können die Schwere der Körper bewirken: auch kann

sie von keinem Drucke des Aethers, wie immer seine Richtung seyn mag, herkommen.

1. Kann diese so feine Materie die Körper allenthalben frey durchdringen, wie soll sie dann dieselbe so stark, als wir wirklich empfinden, herabdrücken können?

2. Bey der Wirbelbewegung, die ohnedas bloß angenommen ist, würde ein Körper weder in einer geraden Linie, noch zum Mittelpunkt der Erde getrieben werden. Nicht das erste: denn da er seine Bewegung vom Wirbel empfängt, so müßte er ja nothwendiger Weise gegen der Richtung desselben in einer krummen Linie fortgerissen werden. — Auch nicht das zweyte: denn die Wirbeln, in welchen sich die Feinmaterie vom Abend gegen Morgen drehete, wären so viele, als von einem Pole bis zum andern hinauf Zirkel um die Erde könnten gezogen werden, die mit dem Aequator parallel laufen. Ein jeder Körper wurde also zu dem Mittelpunkt seines Wirbels, und folgsam zwar auf die Axe der Erde, nicht aber auf den Mittelpunkt derselben fallen: nur die unter dem Aequator befindlichen Körper wurden dahin trachten: die sich unter den Polwirbeln befinden, müßten alle in die Pole hinein fallen. Huygens seine verschaffen in keinem Stücke ein mehrers, wie sich durch Versuche zeigen läßt, und scheinen noch dazu unmöglich. Sich einander durch-

kreuzende Wirbeln müßten ja nothwendiger Weise eine Verwirrung erregen.

§. 65. Wenn ich wieder annehme, daß alle irdische Körper sowohl, als die Erde selbst eine Kraft haben sich einander anzuziehen, und daß diese mit den Massen der anziehenden Körper in gerader Proportion, mit der Distanz des angezogenen aber im verkehrten Quadratverhältnisse stehe, oder wenn die anziehende Kraft = V, die Masse = M, die Distanz = D. $V = \frac{M}{D^2}$, so werden nicht nur alle Erscheinungen der Schwere vollkommen daraus erklärt, sondern sie müssen wirklich so geschehen, wie sie geschehen.

1. Der Körper muß auf die Erde herabfallen: denn ob er schon auch mit einer anziehenden Kraft auf sie wirkt, so ist doch ihre Masse weit stärker; er wird also wirklich dazu hingerissen, und so entweder wirklich hinfallen, oder doch ein Bestreben dorthin, besser zu reden, das Anziehen äußern, welches er von ihr leidet.

2. Er muß beynahe gegen den Mittelpunkt der Erde fallen, und zwar in einer geraden Linie: da er von allen Theilen der Erde angezogen wird, und diese beynahe eine Kugel ist, so ziehen von ihrem Mittelpunkt aus gerechnet beyderseits gleich viele Theile, er wird also weder auf diese, noch auf jene Seite hingehen können, sondern den Mittelweg nehmen, und also, weil dieser beyderseits gleiche Zug immer fortdauert, in einer geraden Linie gegen dem Mittelpunkt derselben zufallen. Daher sind zween Fäden neben einander, an welchen Gewichte hängen, die zwo äußersten Mäuern eines Gebäudes nie genau parallel, ob sie es schon zu seyn scheinen, sondern stehen unten näher zusammen, oben aber weiter von einander, wie die Strahlen eines Zirkels.

3. Im leeren Raume muß eine Pflaume die nämliche Geschwindigkeit haben, die ein Dukaten hat; der Dukaten aber ein größeres Gewicht. Ein jedes Theilchen des Körpers z. B. ein Element bekömmt von der Masse der Erde einen gleichen Zug, und Geschwindigkeit bey uns = 15: die Verbindung der Elemente kann diese nicht vermehren; es können also mehrere mit einander verbundene keine größere Geschwindigkeit haben, als eines. — — Das Gewicht hingegen ist nichts anders, als die ganze Gewalt des Körpers,

pers, diese aber ist, wie wir sehen werden, allemal wie das Product aus der Geschwindigkeit in die Masse des bewegten Körpers: und das ist im Dukaten größer, als in der Pflaumfeder, wenn schon ihre Geschwindigkeit gleich ist; es muß also auch sein Gewicht größer seyn. — Das gewöhnliche Beyspiel sind hier 10. gleich stark laufende Pferde, welche zwar alle zehn mit einander nicht geschwinder laufen, als eines, aber doch eine weit größere Gewalt haben, das ist, eine weit größere Last ziehen können.

4. Die Schwere eines Körpers muß gegen den Polen zu immer stärker, gegen dem Aequator aber schwächer werden.

Nach der genauesten Bestimmung der Franzosen ist die Gestalt der Erde beym Aequator um soviel erhabner, als bey den Polen, daß sich ihre Durchmesser nach Bouguers Rechnung verhalten wie 179 : 178. Da also bey den Polen die Distanz vom Mittelpunkt der Erde minder ist, so muß die Wirkung des Anziehens stärker seyn, als beym Aequator. Es ist zwar der Unterschied der Schwere noch beträchtlicher; er kömmt aber hauptsächlich von der Drehung der Erde um ihre eigene Axe her, wie die Astronomie zeigen wird.

5. Die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers muß immer zunehmen.

Die Schwere wirkt alle Augenblick mit einem neuen Zug auf den Körper: der erste Zug setzt ihn nun in eine Geschwindigkeit = 1, der zweyte bringt, da er mit dieser schon fortgehet, noch eine so große hervor, und nun hat er schon eine Geschwindigkeit = 2: auf diese Art bekömmt er durch den dritten Zug eine Geschwindigkeit = 3, und sofort immer eine größere &c. Die weiteren Gesätze dieser zunehmenden Bewegung werden gleich in dem ersten Abschnitt der folgenden Abhandlung angegeben werden. Daher folgt nun ferner.

I. Die Schwere ist bey allen Körpern in einer Weltgegend, und gleicher Höhe von der Erde durchaus gleich. Auf der Spitze eines recht hohen Berges würde sie freylich minder seyn, als an seinem Fuße. Das Pendel war wirklich am Ufer des Amazonflusses ringer, als auf dem Berge Pinchinga: wie wieder die Versuche der obigen Franzosen versichern.

II. Ein Stein, der neben einer Mauer, einem Gebäude, oder Berge herabfällt, fällt nur auf die Erde, nicht an die Mauer, an den Berge &c. weil die Masse dieser zu der ungleich größern Masse der Erde kein merkliches Verhältniß hat.

Ein merkliches Verhältniß heißen heut zu Tage die Naturkündiger das, welches größer, als 1 : 4000. ist. Ein Berg nun, der im halben Durchschnitt eine Viertelstund, oder Achtelmeile

telmeile hätte, wäre nicht im Stande einen herabfallenden Stein von seiner geraden Linie wegzureißen: denn da der Radius der Erde 860. Meile, folgsam 6880. Achtelmeile enthält; so wäre ja der halbe Durchschnitt des Berges, zu dem der Erde erst wie 1 : 6880, folgsam kleiner als 1 : 4000. wenn aber der Berg der halbe im Durchschnitt eine halbe Stunde tief wäre, so könnte er schon so eine Veränderung zuwegebringen. So erfuhren wirklich Condamine, und Bouguer, daß das Pendel nahe bey dem ungeheuren Berge Chimboracko in Peru von seiner verticalen Richtung um 7. bis 8. Secunden, und zwar gegen denselben hingewichen seyn.

III. Die absolute Schwere eines Körpers (gravitas absoluta) ist eigentlich nichts, als das Gewicht, das ein Körper für sich selbst hat, und mit seiner Masse in Proportion steht, die eigentliche, oder specifische Schwere, besser zu reden, das eigenthumliche Gewicht (gravitas specifica, pondus specificum) ist aber das, welches ihm vermög seiner Art zukömmt: Gold hat ein größeres, eigenthumliches Gewicht, als Silber. Das respective Gewicht, (gravitas respectiva, pondus respectivum) welches einer in gewissen Umständen äußert. So ist z. B. Gold zu dünnern Blättchen geschlagen, ringer als Wasser, weil es darauf schwimmt: eine eiserne Kugel aber schwerer, wenn sie glühend, als wenn sie kalt gewogen wird, weil die durch

die Hitze verdünnerte Luft minder widerstehet, als die kalte dichtere.

IV. Das Gewicht der Körper wird sehr mannigfältig verändert. 1. Durch die Hitze werden einige Körper leichter, andere schwerer. Das erste geschieht entweder wegen einer Verminderung des Inbegriffes, oder weil ihre flüchtigen, und erringernden Schwefeltheile mit fortfliehen. Das zweyte mag wohl die Vermehrung des Inbegriffs, und eine Trennung einiger erschwerenden Salz, oder Bestandtheilchen des Körpers zum Grunde haben. So werden die meisten kalcinierte Metalle durch die Kalcination ringer; und Boerhaven (*) hat den Merkurius sogar um $\frac{1}{17}$ schwerer gemacht, als er vormals war: hingegen wog bey P. de Lanis (**) ein Stückchen Eichenholz von 90. Gran, ausgetrocknet nur noch 61.; zur Kohle gebrannt gar nur mehr 22. Gran, in Asche verwandelt aber, da nämlich ihr flüchtiger Schwefel vollends weg war, wiederum 36. 2. Ein Mensch wiegt auch nach einer ziemlichen Mahlzeit weniger, als nüchtern; theils weil Speise und Trank seinem Körper leichte, flüchtige und geistige Säfte verschaffen, die ihn erringern, theils weil in seinem innern, besonders obern Leibe eine stärkere Bewegung der Gährung, des Aufsteigens der Dünste ꝛc. vor sich gehet, welche alle, insofern sie der Schwere entgegen wirken, das Ge-

(*) Elem. Chem. Tom. 1. p. 2.

(**) Tom. 3. Magist. l. 25. c. 1.

Gewicht vermindern. Daher läßt sich nun leicht begreifen, warum ein Kranker schwerer, als ein Gesunder, noch schwerer aber ein Todtenkörper ist. 3. Der obige de Lanis nahm drey Nebenschoß jedes von 30. Gran, eines that er in Quecksilber, das zweyte verschloß er in ein Glas, das dritte legte er in die kühle Luft. Nach 8. Tagen war das erste noch so grün, und schwer wie zuvor: das zweyte verlohr 3. Gran im Gewichte, und etwas von seiner grünen Farb; das dritte ist ausgedorret, und hatte nur mehr 20. Gran: so vermindert hier die Luft das Gewicht. Hingegen hat bey Homberg (*) im luftleeren Raum nicht nur das eichene und fichtene Holz etwas von seinem Gewichte, sondern auch eine helfenbeinerne Kugel im Durchschnitt von zwey Zollen nach 24. Stunden 4. Gran verlohren, die sie nach 16. Stunden in der freyen Luft wieder an sich nahm: überhaupt nämlich werden feuchte Sachen in der Luft ringer; trockne aber schwerer: vermuthlich weil diese wie ein Schwamm, wenn er in gesalznes Wasser gelegt wird, die schweren, in der Luft befindlichen Salztheilchen an sich ziehen; da aus jenen die Feuchtigkeit ertrocknet.

§. 66. Nutzen des Gegenstandes.

Die Schwere, die Elasticität, und das Feuer sind wohl nach Boerhavens Urtheile die drey Haupteigenschaften der Körper, aus welchen,

(*) Acta Paris. 1693.

chen, wenn man noch die Reibung hinzusetzt, sich alle Begebenheiten der Natur begreifen lassen (*). So wichtig die Schwere in der Physik ist, so nothwendig ist sie in der Mathematik, in der Mechanik, so unentbehrlich jeder Kunst. — Die Güte vieler Sachen bestimmen wir aus ihrem Gewichte. Die Feldbau Verständigen halten unter zwoen Erden die für fruchtbarer, unter zween Samen von der nämlichen Art jenen für besser, welcher schwerer ist: der Grund muß in den mehrern Salztheilchen liegen, die er enthält. Man beobachtet auch, daß die Bäume, welche geschwinder wachsen, als die Thiere, specifisch leichter sind, als diese. Ueberhaupt braucht eine Sache um so längere Zeit aufzuwachsen, je schwerer und dichter sie ist, weil sie mehrere und vollkommner zusammengefügte Theile erfordert: so werden die Metalle später, als die Steine, die Beine länger, als die übrigen Theile der thierischen Körper: und daher wachsen auch die Thiere und der Mensch Anfangs schnell, hernach aber immer unmerklicher. Ihre Körper werden beständig größer und fester; der Zusatz kann also nicht mehr so merklich seyn. — — — In dem gemeinen Leben wird von der Veränderung des Gewichts durch Zusetzung fremder Materien verschiedener Gebrauch gemacht: so legt man Goldstücke in Lauge, oder Urin sie gewichtiger zu machen; doch entdeckt sich der Betrug bald, wenn sie auf ein Kohlfeuer gebracht

(*) Elem. chem. p. 2.

gebracht werden. — So merkwürdig, als ausgemacht ist es, daß auf einem Berge nicht mehr wachsen könne, nicht mehrere Gebäude Platz haben, als auf der Grundfläche, wenn der Berg nicht da wäre: der Schwere wegen wachst, und wird alles perpendikulär gebauet, wie sich noch in der Statik umständlicher zeigen wird: nun können aber auf die Grundfläche nie mehrere perpendikelären gezogen werden, es möge ein Berg darauf seyn, oder nicht. Dieses ist in der praktischen Geometrie, im Kauf und Verkauf eines Grundes von großer Wichtigkeit. Der Berg ist nicht mehr werth, als seine Grundfläche, wenn nicht die Lage, oder besondere Güte des Erdreiches, und anderes zufälliger Weise einen Ausnahm machen, und der Meßkünstler darf nur den Quadratinhalt von dieser, nicht aber von der ganzen Oberfläche des Berges in seinen Plan und Berechnung bringen.

Vierte Abhandlung.

Von der Bewegung der Körper, und den bewegenden Kräften.

Erster Abschnitt.

Von der Bewegung überhaupt.

§. 67. Die Veränderung des Ortes heißt eine Bewegung: das Verharren aber an einem Orte eine Ruhe.

Eine absolute Bewegung (motus absolutus) ist es, wenn der Körper seinen absoluten Ort, den er nämlich für sich selbst hat, verändert: eine relative (motus relativus) wenn er seinen relativen Ort verändert, den er in Rucksicht auf andere um ihn hat. Diese kann wieder eine wahre (motus verus) seyn, wenn er sich wirklich so bewegt, wie man jetzt sagt. Z. B. ein Schiffender hat wirklich eine wahre Bewegung, oder nur eine scheinbare, (motus adparens) wenn man ihm nur die Bewegung eines andern zueignet: so scheint einem Schiffenden das Gestade, und andere außer dem Schiffe befindliche Gegenstände zurücke zu laufen. Verändert der Körper in der Bewegung

wegung auf andere mitbewegte selbst noch seinen Ort, so hat er eine eigene Bewegung (motum proprium) z. B. wenn einer in dem Schiffe, mit dem er fortschwimmt, vor oder rückwärts gehet; außer dessen aber hat er nur eine gemeinschaftliche (motum communem).

Es gab einst Weltweise, die alle Bewegung läugneten. Mellissius, sagt Aristoteles (*), that es nur, damit er nirgends eine Leere zulassen dörfte.

§. 68. Erfahrung. 1. Wenn wir alle Erfahrungen zusammen, und als bekannt annehmen, so nehmen wir allenthalben bey den Körpern eine Bewegung wahr, nirgends eine Ruhe. Das Buch, welches vor mir liegt, der Tisch, an dem ich sitze, scheint zwar ohne Bewegung zu seyn: wenn ich aber bedenke, daß sich die ganze Erde mit einer Geschwindigkeit fortbewegt, so sehe ich bald, daß auch mein Buch und Tisch mitgehen.

2. Die Bewegung der Körper ist sehr verschieden. Eine Kugel wird durch die zusammengedrückte Luft, oder vom angezündeten Schießpulver außer dem Rohr einer Windbüchse, Flinte rc. noch eine geraume Zeit fast gleichförmig fortgetrieben. 3. Wirft man sie aber in die Höhe, so gehet sie im Hinaufsteigen immer langsamer, im Herabfallen aber immer geschwinder.

(*) 4. p. phys. t. 54.

der. 4. Der Wachsthum und Abnahme dieser Geschwindigkeit zeigt sich, den Widerstand der Luft weggerechnet, immer gleich, und = 2. Im Fallen wachsen die Räume, wie 1, 3, 5, 7, 2c. im Aufsteigen nehmen sie ab, wie 7, 5, 3, 1. 5. Keine Bewegung kann auf einmal hervorgebracht, oder in einem Augenblicke eingestellet werden. Wir nehmen uns einen Schwung, und setzen uns selbst nur nach und nach in eine Geschwindigkeit: stoßen wir im Lauf gähling an einen Stein; kömmt ein Schiff, in dem wir stehen, stärker an das Gestad, so erhält sich unser obere Leib, in welchem die Geschwindigkeit noch vorhanden ist, kaum vom Falle.

§. 69. So weit unsere Sinnen reichen, ist alles in Bewegung (1ste Erfahrung).

Es ist also sehr wahrscheinlich, daß, soweit wenigst unsre Sinne reichen, kein Körper seye, welcher eine wahre Ruhe habe; so eine nämlich, daß er nicht nur in Ansehung auf einige um ihn herum, sondern in Ansehung der ganzen Welt immer am nämlichen Orte bleibe. Eine Stelle aus dem 71sten Briefe des Herrn Eulers verdienet, einigen zu Gefallen, hieher gesetzet zu werden (*). Wahrscheinlicher Weise sind die Wörter Bewegung und Ruhe eher zu Bezeichnung des Scheines, als der Wahrheit eingeführt worden: und in diesem Verstande kann ich sicher sagen,

(*) Brief an eine deutsche Prinzeßinn.

sagen, daß mein Tisch und die ganze Erde stille stehen; daß die Sonne und alle Fixsterne sich bewegen, ob sie gleich vielleicht in der That in Ruhe sind, und es ist also sehr lächerlich, biblische Stellen, wie einige thun, anzuführen, um zu beweisen, daß die Erde still stehe, und die Sonne sich bewege. Alle Sprachen sind zum Gebrauch des gemeinen Mannes eingeführt, und die Philosophen müssen sich ihre eigene Sprache selbst schaffen. Da wir von der wahren Ruhe nicht urtheilen können, so ist es sehr natürlich, daß wir die Körper für stille halten, die ihren Stand in Absicht der Erde nicht verändern: so, wie wahrscheinlicher Weise die Einwohner anderer Planeten ebenfalls von der Ruhe nach dem Stand der Sachen gegen ihren Planeten urtheilen.

Anmerk. Bey der Bewegung haben wir auf die Richtung, die Zeit, und den Raum zu sehen. Die Richtung (Directio) bestimmet die Gegend, nach der sich der Körper bewegt: man drückt sie durch eine gerade Linie aus; und daher heißt es, in einer krummen Linie verändert der Körper seine Richtung alle Augenblicke. Die Vergleichung der Zeit mit dem Raum, den der bewegte Körper zurücke legt, liefert uns den Begriff von der Geschwindigkeit. Wenn er nun in gleichen Zeiten auch gleiche Räume durchläuft, so ist die Bewegung gleichförmig (motus æquabilis); durchläuft er in gleicher Zeit immer mehrere Räume, so ist sie beschleunigt,

oder wachsend (motus acceleratus) durchläuft er aber immer weniger, verzögert, abnehmend (motus retardatus), ist endlich das Zu- oder Abnehmen der Geschwindigkeit beständig gleich fort, wie in der vierten Erfahrung, gleichförmig beschleunigt, oder gleichförmig abnehmend (uniformiter acceleratus; uniformiter retardatus).

§. 70. In der gleichförmigen Bewegung ist die Geschwindigkeit C. gleich dem Raum S. mit der Zeit T. dividiert.

2. Der Raum aber der Zeit mit der Geschwindigkeit multipliciert.

3. Die Zeit endlich dem Raume mit der Geschwindigkeit dividiert: die Formeln stehen also.

1. $C = \frac{S}{T}$

2. $S = CT.$

3. $T = \frac{S}{C}.$

Unter zween Körpern gehet der geschwinder, der in eben der Zeit einen größern Weg zurücke legt; der nämlich, welcher in 1″ 20 Schuh, als der, welcher in 1″ 10 macht: also ist die Ge-

Geschwindigkeit gerade wie der Raum $C = S$. machen sie einen gleichen Raum, so gehet wiederum der geschwinder, der weniger Zeit, z. B. zu 20. Schuh nur 1″, da der andere 2. Secunden braucht: so ist dann hier die Geschwindigkeit verkehrt wie die Zeit $C = \frac{1}{T}$. Nun ist aber nie eine Bewegung, welche nicht sowohl Raum, als Zeit erfordert: alle zwey zusammengenommen, ist also $C = \frac{S}{T}$. so das erste war.

Wird nun in dieser itzt bewiesener Formel T. durch die Multiplication übersetzt, so ist $S = CT$. so das zweyte war.

Und itzt C. durch die Theilung hinüber gesetzt, $T = \frac{S}{C}$. so das dritte war.

I. In zween Körpern ist also

$$C : c = \frac{S}{T} : \frac{s}{t},$$

wenn $S = s$. $C : c = \frac{1}{T} : \frac{1}{t} = t : T$.

wenn $T = t$. $C : c = S : s$. &c.

II. Wir werden in der Welt verschiedener gleichförmiger Bewegungen gewahr. 1. Ein mittelmäßiger Wind durchläuft 10. Schuh in einer

einer Secunde, ein starker 29, ein sehr heftiger 50. 2. Der Schall macht schon in einer Secunde 1000. Schuh. 3. Eine Kanonkugel gehet eben so, mit der stärkesten Ladung aber nochmal so geschwind. 4. Die Erde muß mittels der Bewegung um ihre Axe in 24. Stunden 5400. Meile, so groß nämlich ihr größter Zirkel ist, zurücke legen: da sie aber in einem Jahre um die Sonne läuft, so treffen auf 24. Stund 128250. Meile. 5. Das Licht endlich kömmt in 8. Minuten von der Sonne zu uns herab, und muß also in dieser kurzen Zeit einen Weg von 22000. halben Erddurchmesser, das ist, da ein solcher Erddurchmesser 860. deutsche Meile enthält, 22000 x 860 = 18920000; in einer Minute aber 2715000. Meilen hinter sich legen.

§. 71. In der beschleunigten Bewegung eines mittels seiner Schwere fallenden Körpers ist die am Ende einer bestimmten Zeit erhaltene Geschwindigkeit so groß, daß er itzt nur mit gleichförmiger Bewegung einen zweymal so großen Raum zurücke legen würde, als er vormals mit zunehmenden gethan hat.

2. Wenn also die Bewegung noch fortwächst, so nehmen die einzelne Räume zu, wie die Zahlen 1, 3, 5, 7. ꝛc.

3. Zusammengenommen aber verhalten sie sich, wie die Quadrate der Zeiten, in denen sie gemacht worden, oder $S = T^2$.

4. Die Zeiten hingegen sind, wie die Quadratwurzeln aus diesen Räumen, oder Höhen

$$T = \sqrt{S}.$$

Der Grund des ersten ist. Der Körper falle von a bis b (fig. XII.) in einer Zeit, die man auch durch a b ausdrückt, und sich in unendlich kleinere 1, 2, 3, 4. ꝛc. getheilet, vorstellet, in deren jeden die Schwere, oder Atraktion der Erde allemal einen neuen Zug, und gleiche Geschwindigkeit hervorbringt; so wird diese wachsen, wie die kleinen Linien 1,1, 2,2, ꝛc. und bey b = b c = 8 seyn. Gieng nun der Körper mit der Geschwindigkeit = b c itzt nur gleichförmig von b bis in d fort, welches b d eben so groß als a b ist, so würde er das ganze Parallelogram b c x b d = b c d e machen: es ist aber b c d e = 2 a b: so hat er dann am Ende so eine Geschwindigkeit, daß er nur mit gleich-

 förmi-

förmiger Bewegung einen zweymal so großen Raum machen würde, als er vormals mit beschleunigter gemacht hatte. Dieses wird noch einleuchtender, wenn man betrachtet, daß $bc = X de = 8 X 8 = 64$, abc aber $= \frac{8 x 8}{2} = 32$ ist: denn da hier die Linien von a bis b immer gleichfort wachsen, so machen sie eine arithmetische Proportion aus. Es ist aber die Summe einer solcher $= (a + u) \frac{n}{2}$. a ist eine unendliche kleine Größe, und kann also nach der Rechnung der unendlichen weggelassen werden. So ist dann $S = \frac{u n}{2} = \frac{8 x 8}{2} = 32$.

Der Grund des zweyten ist. In der ersten Zeit macht er einen Raum a b c: in der zweyten machte er nach dem obigen Satze schon mit gleichförmiger Bewegung b c d e = 2 a b c: zu diesem kömmt aber vermög der fortwirkenden Schwere ein noch solches Dreyeck c e f = a b c: so macht er dann in der zweyten Zeit drey Räume, auf eine gleiche Weise in der dritten fünf rc.

Der Grund des dritten ist. Die ganzen Höhen sind die Räume, oder flachen Dreyecke zusammen genommen: es sind aber diese in der ersten Zeit = a b c = 1: in der zweyten = a d f = 4: in der dritten = a g m = 9: wie die Figur weiset; sie sind also wie die Quadrate der Zeiten $1^2, 2^2, 3^3$ rc. und also $S = T^2$, oder auch c^2,

weil

weil die Geschwindigkeit C durch Grundlinien der Dreyecke angezeigt wird, die eben das Verhältniß haben, als die, welche die Zeit vorstellen.

Aus diesem folget von sich selbst die Richtigkeit des vierten; denn wenn $S = T^2$, ist durch die Ausziehung der Wurzel $T = \sqrt{S}$.

I. Die Zeiten, einzelne Räume, und ganze Höhen stehen also;

Zeiten, 1, 2, 3, 4, 5.
Räume 1, 3, 5, 7, 9.
Höhen 1, 4, 9, 16, 25.

II. Dem ersten Gesätze zur Folge macht ein Körper mit beschleunigter Bewegung nur einen halb so großen Raum, als er mit gleichförmiger gemacht haben würde, wenn er schon anfänglich die Geschwindigkeit gehabt hätte, die er durch die Beschleunigung erhält. Weil dann in der gleichförmigen Bewegung $S = cT$ (71. §.) so ist hier $S = \frac{CT}{2}$, wenn C die am Ende erlangte Geschwindigkeit vorstellet.

III. Es ist zwar in gleichen Distanzen vom Mittelpunkte $S = T^2$: in ungleichen muß aber (§. 61. 5te Erfahr.) verschiedene Kraft V in die Rechnung kommen; und zwar weil sie alle Augenblicke wirkt, durch die Multiplication mit

dem Quadrate der Zeit; so wird $S = \frac{VT^2}{v}$, oder auch $S = vc^2$: daher $c = \sqrt{\frac{s}{v}}$.

IV. Wie die Dreyecke wachsen im Fallen, so nehmen sie im Steigen ab, und der obige Beweis vom Dreyecke a b c nur umgekehrt genommen, passet vollkommen auf das Dreyeck m n f, und so werden hier die Räume vermindert wie 7, 5, 3, 1.

V. Am Ende einer beschleunigten Bewegung hat der Körper so eine Geschwindigkeit, daß er mit abnehmender bis zur nämlichen Höhe steigen könnte, von der er mit der ersten gefallen ist, wie aus dem vorhergehenden offenbar folget.

VI. Da die Luft immer dichter wird, so muß ihr Widerstand auch immer wachsen, und zwar wie ihre Dichtigkeit mit dem Quadrate der Geschwindigkeit des fallenden Körpers multipliciert nach der Lehre von der Reibung. Es läßt sich also leicht einsehen, daß dieser das Zunehmen der Geschwindigkeit in einem fallenden Körper nach und nach so vermindern könne, bis die Bewegung gleichförmig wird. Eine Bleykugel von 2. Zoll im Durchmesser ist bey des Aguliers Versuchen Anno 1719. schon in $4\frac{1}{2}$ Secunden um 17^{1}. zurück geblieben.

Aufga-

Aufgaben. 1. Von einer Höhe z. B. einem Thurn zu fallen brauchte ein Stein 5. Secunden, wie hoch ist der Thurn?

2. Ein Körper soll 960. Füße hoch herabfallen, wie lange braucht er Zeit?

Auflösung des ersten. Weil man hier den Raum, oder die Höhe sucht, durch die der Stein gefallen ist, diese sich verhält wie das Quadrat der Zeit (§. 71.) $S = T^2$

So ist $t^2 : T^2 = s : S$

hier $1^2 : 5^2 = 15 : x$

folgsam $x = \frac{15 + 5^2}{1^2} = 15 + 25 = 375$

die gesuchte Höhe.

Auflösung des zweyten. Hier wird die Zeit gesucht: weil dann diese sich verhält, wie die Quadratwurzel aus der Höhe: $T = \sqrt{s}$

So ist $\sqrt{s} : \sqrt{S} = y = \sqrt{\frac{960}{15}} = 8 : T$

hier $\sqrt{15} : \sqrt{960} = 1 : y$

und $y = \sqrt{\frac{960}{15}} = \sqrt{64} = 8$ die gesuchte Zeit.

§. 73. Die Größe der Bewegung Q, oder eigentlich zu reden, die Gewalt eines Körpers giebt seine Masse M mit der Geschwindigkeit C multipliciert, oder

$$Q = M\,C.$$

Die

Die Größe der Bewegung ist eigentlich nichts anders, als die Bewegung, oder Geschwindigkeit aller Theile eines Körpers: diese bekömmt man aber, wenn man die Masse mit der Geschwindigkeit multipliciert, so ist dann $Q = MC$.

I. Weil also $Q = Mc$, so ist wiederum $c = \frac{Q}{M}$, und $M = \frac{q}{c}$.

II. Wenn nun die Masse, oder Geschwindigkeit unbekannt wäre, so könnten sie aus ihren Formeln gefunden werden. Es ist $M = VD$, (§. 36.) und $C = \frac{S}{T}$ (§. 70.) so würde, wenn man für M, und C diese gleichgültige substituirte, die Formel $Q = Mc$, so aussehen: $Q = VD \frac{S}{T}$.

III. Daraus folgen nun wiederum:

$$Q : q = MC : mc.$$

$$Q : q = VD \frac{S}{T} : vd \frac{S}{T}.$$

§. 74. Alle Geschwindigkeit, sie mag, wo immer herkommen, wird nur nach und nach erzeigt, bereitet, und so auch wiederum aufgehoben.

Dieses

Dieses zeigt nicht nur die fünfte (§. 68.) sondern wohl alle Erfahrungen.

I. Daher läßt sich erklären, daß ein wohl ausgedörrter hölzerner Prügel mit einem andern mitten entzwey geschlagen würde, wenn er mit seinen äußersten Enden auf zweyen Gläsern, oder Strohhalmen liegt, ohne daß diese brechen. Die Geschwindigkeit, mit der die mittleren Theile durch den schnellen Schlag in Bewegung gesetzt werden, übertrifft die Stärke des Zusammenhanges zu sehr, und geschieht in einer zu kurzen Zeit, als daß sich ein so großer Theil davon bis zu den Gläsern hin verbreiten könnte, welche sie zu brechen im Stande wäre. Daher dann auch allemal der Versuch um so besser gelinget, je geschwinder man schlägt, und je länger der Prügel ist. Diese Erklärung wird sich wohl auf mehrere ähnliche Fälle anwenden lassen.

§. 75. Nutzen des Gegenstandes.

Hebe die Bewegung auf, darf man billig sagen, so hast du alles in der Welt aufgehoben. Alle Veränderungen in der Natur, alle Begebenheiten haben die Bewegung zu ihrer Urquelle. Wie nothwendig ist sie nicht Menschen, und Thieren? Wie gefährlich sieht es aus, wenn nur einen Augenblick der Umlauf des Blutes eingestellet wird: ein Wasser, das nur eine kleine Zeit unbeweglich steht, verliert seinen Geschmack; und wir merken gar bald den Unter-

terschied

terschied zwischen den Fischen eines stehenden Seewassers, und eines frisch fortlaufenden Baches, oder Flusses. Wenn nur die beschleunigte Bewegung nicht wäre, so würde ein Stein in fünf Millionen Jahren noch nicht durch 15. Fuße gefallen seyn, durch die er itzt in 1. Secunde fällt; die Sache ist so richtig, als auffallend: Hier ist die Rechnung. Man theile 1. Secundminute in Zehentelminuten, so ist $1+60+60+60+60+60+60+60+60=$ 167961600000000; diese quadriert, weil $S=T^2$ giebt 28211099074560000000000000000: und drückt die kleinen Räume aus, die der Stein in der obigen Zeit mit zunehmender Geschwindigkeit durchläuft. Wenn nun die Bewegung nur gleichförmig wäre, so würde in einer jeden zehentel Minute nur ein solches Räumchen durchgelaufen werden, folgsam der Stein so viele zehentel Minuten brauchen, als diese Quadratzahl ausdrückt, und welche endlich zu Stunden, Tagen und Jahren gemacht, über 5322381. Jahre betragen. Von der ersten (§. 72.) angeführten Aufgabe läßt sich oft sehr bequemer Gebrauch machen, und können alte Brünnen, Keller, u. a. nur mit einem Stein abgemessen werden. Anstatt einer Secundenuhr bedienet man sich gleich seiner Puls; als welche bey einem gesunden, erwachsenen Menschen beynahe alle Secunden schlägt. Läßt man nun den Stein in den Brunnen hinab, und zählt dann die Pulsschläge vom Anfange des Falles, bis man wahrnimmt, daß er die Erde, oder das Wasser erreicht

reicht habe, so kann nach der dortigen Auflösung seine Tiefe bis auf etwelche Schuh leicht bestimmet werden. Eine genaue Bestimmung wird hier wegen dem Widerstand der Luft, und Propagation des Schalles, die nur nach und nach geschieht, niemand erwarten: aber man verlangt sie in derley Fällen insgemein nicht. Weil die Höhe des Wassers in einer gläsernen Röhre mit abnehmender Bewegung fällt, wenn es unten durch eine Oeffnung herausläuft: so giebt man auch eine solche Art von Wasseruhren an. Man nimmt eine gläserne Röhre, die unten so eine Oeffnung hat, daß sie gerade in 12. Stunden abläuft, theilet sie in 144. Theile, nimmt dann von unten angefangen die Theile 1, 3, 5, 7. rc. so wird 1 die XIIte, 3 die XIte, 5 die Xte Stunde u. s. f. und zwar aufs genaueste anzeigen. Ein ähnliches läßt sich auf eine bequemere Weise also machen. In eine nicht über eine Linie weite Glasröhre a b 1 oder $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch thue man einen größern Queckſilbertropfen C, (fig. XIII.) mache dann der Röhre beyderseits so kleine Oeffnungen, als ein Haarröhrchen hat, so wird die Luft, welche nicht ohne große Mühe durch die kleinen Löcherchen aus und ein kann, das Beschleunigen der Bewegung vollkommen einstellen: die kleine Quecksilbersäule gleichförmig, ganz langsam, und nach der Beschaffenheit der Röhre erst in 12, oder gar 24. Stunden herabkommen. Wo man dann diese eben sowohl anmerken kann.

Zweyter

Zweyter Abschnitt.
Von den bewegenden Kräften.

§. 76. Das Vermögen eine Wirklichkeit hervor zu bringen, oder die hinlängliche Ursache von Wirklichkeiten heißt man eigentlich eine Kraft; (vis) die Anwendung der Kraft ist das Wirken (actio) das, was hervorgebracht wird, die Wirkung (effectus).

Daß die Elemente eine innere Kraft sich selbst zu bewegen (vim motricem) haben, behaupten viele mit dem Freyherrn von Wolf. — Herr von Justi giebt seinen Atomen (*) eine Kraft, sich um ihre Axe zu drehen.

Die Neutonianer behaupten bisher meistens, in den Körpern wäre etwas, vermög dessen sie der Bewegung widerstunden, oder sich darinn erhielten ꝛc. und dieses ist die berufene Kraft der Trägheit (vis inertiæ), die ihre Vertheidiger unter so vielerley Gestalten erscheinen lassen, daß sie sich schier nirgends gleich sieht: die ersten verstunden eine Neigung zur Ruhe darunter, so ungefähr, wie viele Leute träge sind. Heut zu Tage aber verwiesen sie Herr

(*) Geschichte des Erdkörpers Seite 16.

Herr Hofrath Kästner (*) Herr Professor Erxleben (**) und mehrere unter anderen Undinge.

§. 77. Erfahrung. Wo wir immer einen Körper wahrnehmen, so wird er sich entweder in Ruhe, oder Bewegung befinden. 2. Ist er in der Ruhe, so verharret er so lange in derselben, bis er von außen darinne, wie immer gestöret wird: nie wird er in Bewegung kommen, daß sich nicht eine Ursache angeben läßt, die ihn darein versetzt hat. 3. Ein ähnliches erfahren wir, wenn er einmal wirklich in der Bewegung ist: so oft diese eingestellet wird, ist eine wirkende, oder doch gelegenheitliche Ursache angeblich; dergleichen sind die Schwere, die Kraft des Zusammenhanges, die Reibung, der Widerstand des Mitteldinges u. a. m. Läuft nicht eine Kugel über das Pillarde um so leichter weg, je feiner das Tuch ist? Schwingt sich nicht ein Pendel in der Luft länger, als im Wasser? 4. In der Bewegung zeiget der Körper alle Merkmaale einer wirkenden Kraft: er bringt wirkliche Veränderungen hervor: stößt er auf einen Körper auf, so bewegt er ihn, oder übet doch eine Gewalt auf ihn aus: er verursachet Empfindungen in unsern Sinnen, die wir oft so ziemlich fühlen. 5. Eine Kugel aus einer Flin-

(*) Anfangsgründe der höheren Mechanik.

(**) Anfangsgründe der Naturlehre §. 45.

Flinte, oder Windbüchse geschossen, durchbohret in einem Augenblick ein dickes eichenes Brett, in welchem sie kaum eine kennbare Spur macht, wenn ich sie mit aller meiner Kraft darauf hinwerfe. So schlägt sie auch tiefer in einen weichen Ton hinein, wenn sie 3, als wenn sie nur 1. Schuh hoch herabfällt. 6. Lasse ich aber eine bleyerne und hölzerne Kugel von einer Höhe herab, so wird die Gewalt der letzten um so schwächer seyn, als der ersten, um so viel ihr Gewicht minder ist. 7. Ueberhaupt finden wir in der ganzen Natur, daß derley Wirkungen der Körper allemal mit der Größe der Bewegung des wirkenden Körpers im genauesten Verhältnisse stehen.

§. 78. Ein Körper kann in einem zweyfachen Zustande betrachtet werden: in dem Zustande der Ruhe, und in dem der Bewegung.

So nehmen wir ihn allenthalben wahr (1ste Erfahr.).

§. 79. In sich selbst haben die Körper weder zu einem, noch zum andern Zustande von diesen einen Hang. Vielweniger eine Kraft sich aus einem in den andern zu übersetzen.

Beydes

Beydes zeigt die 2te und 3te Erfahrung, ja die ganze Natur: allenthalben sehen wir, daß die Körper sich selbst überlassen, den Zustand behalten, in dem sie sind, wenn er verändert wird.

Der Grund der Veränderung allemal außer ihnen liege. Und was wäre dann endlich für eine Nothwendigkeit so eine Kraft zu behaupten?

Wenn also I. ein Körper in der Ruhe ist, würde er für sich selbst betrachtet, ewig ruhen; weil er keine Kraft hat sich in die Bewegung zu setzen. — Ist er einmal in der Bewegung, so müßte er in derselben ohne Aufhören fortgehen: sonst hätte er ja einen Hang zur Ruhe.

II. Was von Ruhe und Bewegung überhaupt gesagt worden, ist auch von der Richtung und Geschwindigkeit zu verstehen. So oft die Richtung verändert, die Geschwindigkeit vermehrt, oder vermindert wird, so ist eine äußere Ursache, die dieses bewirket.

§. 80. Wenn der Körper wirklich in der Bewegung ist, so hat er auch wirklich eine Kraft (4te Erfahr.) 2. Diese Kraft ist um so größer, je größer seine Geschwindigkeit (5te Erfahr.) oder je größer seine Kraft ist (6te Erfahr.) 3. Und also eigentlich zu reden, ist die bewegende

Kraft V (vis motrix) nichts anders, als selbst die Geschwindigkeit eines Körpers mit der Zahl seiner Theile multipliciert; oder V = MC.

Dieses letzte zeiget 1. alle Erfahrung. Wir sehen allenthalben, daß die Wirkungen der Körper, die sie in der Bewegung hervorbringen, mit der Größe dieser Bewegung im genauesten Verhältnisse stehen: welche nichts anders ist, als die Geschwindigkeit mit der Zahl der Theile multipliciert; daß aber neben diesen noch etwas in dem Körper sey, zeigt keine, gar keine Erfahrung. 2. Alles, was die Körper unmittelbar wirken, ist nichts, als Bewegung; alle übrigen Veränderungen, was man ihnen für Nämen geben mag, sind nur Folgen von dieser: es ist also auch diese Kraft ihrer Wirkung vollkommen proportioniert. Daher kommen nun diese Folgesätze.

I. Weil $V = Mc$, so ist auch $V = c = \frac{S}{T}$ (§. 70.) $= S = \frac{1}{T}$. Daher dann wiederum die Proportionen entstehen.

II. Wir müssen allemal eine Kraft anwenden, wenn wir einen Körper bewegen wollen; weil wir in ihm eine Kraft hervorbringen müssen, so eine nämlich, mit der er itzt, wenn nichts

im Wege liegt, fortzugehen, und auf andere zu wirken im Stande ist.

III. Je geschwinder wir ihn bewegen wollen, und je größer seine Masse ist, je mehr Gewalt wir anwenden müssen: denn im ersten Falle müssen wir eine größere Geschwindigkeit, im zweyten eine Geschwindigkeit in mehreren Theilen, und folgsam allemal eine größere Kraft hervorbringen. Und da wir also eben sowohl eine Kraft auf ihn anwenden müssen, als wenn er thätig auf uns zurück wirkte, so sagen wir, der Körper wirke auf uns wirklich zurück, äußere eine Gegenwirkung ꝛc.

IV. Der Körper kann also auf zweyerley Art eine Kraft haben: von innen, vermöge seiner Natur (ab intrinseco) dergleichen die anziehende Kraft seyn kann. Von außen (ab extrinseco) die er von außen z. B. von meiner Seele, von einem Stoß ꝛc. empfangen hat. Die erste wird durch das Wirken nicht vermindert, von der zweyten aber verliert er allemal so viel, als die Wirkung, oder Größe der Bewegung beträgt, die er in einem andern hervorbringt, wie sich in dem Stoß offenbar zeigt. Nur die natürlichen Kräften, oder Eigenschaften der Dinge sind beständig.

V. Ob aber der Körper diese Kraft nur von außen empfangen hat, so hat er sie doch itzt in sich, und so kann man sagen, er gehe itzt wirklich mit einer inneren Kraft fort, wirke von innen (ab intrinseco).

VI. Nur bey einer Veränderung des Zustandes geschieht eine Wirkung, und also ist auch nur da eine Kraft vonnöthen: denn da muß eine Kraft hervorgebracht und angewendet werden; und alsdann

VII. Verliert der Körper seine Kraft und Bewegung 1. durch ein thätiges Entgegenwirken entweder von einem lebenden Geschöpfe, oder von einem Zuge, oder Stoß eines Körpers, welche aber seiner Größe der Bewegung gleich seyn müssen. 2. Wenn er auf einen, oder mehrere stößt, und eine so große Bewegung in ihnen hervorbringt, als die Seine ist: denn hernach muß er alle seine Kraft verwenden: und diese ist es selbst, die hier seinen Zustand verändert: der bewegte Körper ist nichts, als die Gelegenheit dazu. 3. Wenn er auf einen unbeweglichen hinkömmt, z. B. auf eine Mauer, verwendet er nicht nur seine Kraft auf diesen, sondern die Theile, welche er trifft, wirken vermög der stärkeren Kraft, mittels der sie mit den nächsten Theilchen der Mauer zusammen hangen, thätig auf ihn zurück, so lange, bis sie seine bewegende Kraft vernichtet haben. Und es geschieht also im ersten und letzten Falle eine wahre, im zweyten nur eine scheinbare Gegenwirkung, und Widerstand.

VIII. Lassen sich nun die Gesätze der Bewegung, welche Neuton angegeben hat, und auf die sich die ganze Mechanik gründet, leicht verstehen.

1. Ein

1. Ein jeder Körper bleibt so lange in dem nämlichen Zustande der Ruhe, oder gleichförmigen Bewegung nach einer Richtung, bis andere Kräfte seinen Zustand ändern (§. 79.).

2. Die Veränderung des Zustandes ist allemal der wirkenden Kraft proportioniert, und geschieht nach der Richtung ihrer Wirkung (5te, 6te und 7te Erfahr.).

3. Jederzeit ist die Gegenwirkung der Wirkung gleich (§. 80. VII.).

§. 81. Es ist also gar kein zureichender Grund vorhanden, in den Körpern eine wirkliche Kraft der Trägheit zu behaupten.

Denn 1. ohne diese Kraft muß dennoch wirklich in der Bewegung der Körper, und Veränderung ihres Zustandes alles so geschehen, wie es wirklich geschieht, und es muß der Körper schon in dem Zustande der Ruhe, oder Bewegung verharren, in dem er ist.

2. Muß er ein Bestreben äußern, sich in demselben zu erhalten, die wir eine Gegenwirkung, oder Widerstand nennen. Vorhergeh. §. Denn daß es allemal ein wirklicher seye, ist ohne Grund, und setzt die Kraft der Trägheit, von der die Frage ist, schon zum voraus.

3. Die Trägheit der Körper thut für sich selbst nichts: wirkt niemals, sondern setzt die

hervorgebrachte Wirkung schon zum Grunde: wo aber keine Wirkung erzeugt wird, braucht man keine wirkende Kraft. Braucht wohl ein Ding eine besondere Kraft, um das zu bleiben, was es einmal ist, sagt der Herr Professor Erxleben. loc. cit.

I. Die wirkende Ursache der Bewegung, auch der fortdaurenden ist nur das, was den Körper darein gesetzt hat, und im 2ten, 3ten, 4ten Augenblicke wird keine neue Bewegung erzeugt, wenn nicht die Richtung, oder Geschwindigkeit abgeändert wird; sondern es bleibt die alte, das ist, der alte Zustand, obschon neue Räume durchgelaufen werden: denn diese schließt der Begriff der Bewegung schon in sich ein.

II. Einige wollen, es sey nichts, als eine bewegende Kraft in den Körpern, die nach ihrer Wirkung und Modification itzt anziehende, itzt zurücktreibende, itzt Kraft der Trägheit heiße. Doch daß der Körper in dem Zustand bleibe, in dem er ist, braucht er gar keine, auch wie immer modificierte Kraft.

III. Auch beweisen die Versuche mehr nicht, welche man hier anführt. Also 1. wenn ich auf einen mittels seiner Schwere fallenden Stein mit einer größeren Geschwindigkeit nach der Richtung seines Falles schlage, als die seinige ist, scheint er entgegen zu wirken, und in meiner Hand eine Empfindung zu verursachen. Ich muß in demselben eine größere Kraft und Geschwin-

schwindigkeit hervorbringen, als er hat; oder einen Theil zu der seinen; so muß ich dann auch eine Kraft anwenden (§. 80. II.) dieses wird offenbar, wenn ich die Geschwindigkeit des vorigen Falles von der, die der Stein nach dem Schlage hat, abziehe: denn hernach sehe ich, daß es eben so viel ist, als wenn er in Ruhe gewesen wäre. Die Empfindung kömmt nicht vom Steine, sondern von meiner eigenen Kraft her, wie sich noch unten zeigen wird. 2. An einem Haare a b (fig. XIV.) henke man einen ausgedorrten Prügel b c neben einem Gläschen f auf. Schlägt man nun perpendikulär auf seine Mitte d mittels eines andern Prügels, so, wie bey dem angezogenen Versuche (§. 74. I.) so bricht er entzwey, und das Stück d c springt nach C hinüber: schlägt man aber bey m darauf, so springt es auf f zurücke, und zerschmettert das Gläschen. Da der Theil d so geschwind gegen m fortgerissen wird, daß sich seine Bewegung kaum bis in o verbreite; so können wir d c als einen Hebel ansehen, dessen Ruhepunkt in o ist: und weil sich der Hebel um den Ruhepunkt bewegt, wie die Mechanik lehrt, so muß, wenn d o gegen m herüber getrieben wird, der untere Theil o c gegen C, gegen f aber, wenn d o von m gegen f fortgerissen wird.

Anmerk. Herr Hofrath Kästner schreibt endlich am oben angezogenen Orte von dieser Materie also: Da es uns so vorkömmt, als

wenn etwas in den Körpern wäre, das sich der Veränderung des Zustandes widersetzte, so können wir den Namen Trägheit mit dem Rechte brauchen, mit dem wir sagen, der Himmel drehet sich um die Erde. Aber so was anzunehmen, und solches noch dazu Kraft zu nennen, dazu sind wir so wenig berechtiget, als die wirkliche Umdrehung des Himmels zu behaupten.

§. 82. Wenn zwo gleich große in einer geraden Linie entgegen gesetzte Kräfte mittels eines Stoßes, oder Zuges auf einen Körper wirken, so muß er ruhen.

Denn gleich große entgegen gesetzte Kräfte müssen sich vollkommen aufheben.

2. Wirken aber zwo ungleich große Kräfte also auf einander, so erfolget eine Bewegung nach dem Unterschied der Kräfte, und Richtung der stärkern.

Denn wenn eine Kraft = 10, die andere = 4 ist, so darf die Kraft = 10 nur 4. Theile von ihr verwenden die Kraft = 4 aufzuheben; da dann noch 6. Theile übrig bleiben, muß sie mit diesem Rest fortwirken, und eine Bewegung erzeugen, und zwar nach ihrer Richtung, weil nichts vorhanden ist, was diese abänderte.

§. 83. Wenn die zwo Kräften, die wir durch die Linien a b, und a c ausdrücken, einen Winkel b a c machen, so beschreibt er die Diagonal a d des Parallelograms a b c d, das aus diesen zwo Kräften entsteht (fig. XV.).

2. Wirken die zwo Kräften immer gleich fort, das ist, entweder nur gleichförmig, oder doch beyde gleichförmig beschleunigt ꝛc. so wird die Diagonal eine gerade.

3. Geschieht aber dieses nicht, sondern wirkt eine gleichförmig, die andere beschleunigt, oder zwar beyde aber ungleich beschleunigt (fig. XVI.) so wird sie eine krumme Linie gestalten.

1. Weil a b und a c nicht gerade entgegen stehen, so ist offenbar, daß nach beyden Richtungen eine Bewegung erfolgen muß. Setzen wir nun, daß a itzt allein bis m fortwirkte, beym m aber erst die Kraft a n zu wirken anfieng, so würde der Körper von m bis in x kommen, weil m x = a n. Eben so würde er in y. und weil die Kräfte immer so fortwirken, endlich in d kommen.

2. Weil a b und a c gleich fortwirken, so ist a m: a n = a r: a s = a b: a c, und also auch a m: m x = a r: r y = a b: b d. Das ist; der Winkel a bleibt allen Dreyecken a m r, a r x, a b d gemeinschaftlich: so müssen dann die Punkte a x y d, als die Schlußpunkte der Parallelograme auf eine gerade Linie fallen, und also die Diagonal selbst eine solche werden.

Aus diesem folgt 3. weil die Kräften ungleich wirken, a b gleichförmig, a c aber beschleunigend, so stehen a m, a r, a b mit a n, a d, a c nicht in Proportion; der Winkel bey a wird immer größer, wie die auf x, y, und d gezogene Blindlinien zeigen: m a x < r a y ꝛc. Die Schlußpunkte x y d der Parallelograme fallen also auf keine gerade Linie, und folgsam kann auch die Diagonal keine werden, sie muß also eine krumme werden. Aus diesen entstehen diese Folgesätze.

I. Der Körper kömmt durch die mittlere Kraft in der nämlichen Zeit dorthin, wo er hingekommen wäre, wenn eine Kraft der zwo äußern a b, und a c nach der andern gewirkt hätte: das ist, in der nämlichen Zeit hätte er den Weg a b + b d gemacht, in der er itzt a d macht. Man sieht wohl, daß beyde Kräfte etwas verlieren, so viel nämlich, als ihr Verhältniß gegen einander austrägt; denn mehr kann eine von der andern nicht aufheben.

II. Je spitziger der Winkel ist, den die äußere Kräfte a b, und a c machen, je länger die

Dia-

Diagonal a d, und je größer die Geschwindigkeit wird: Hingegen je stumpfer der Winkel ist, je mehr auch diese abnehmen; wie sich eben leicht einsehen läßt: daß aber mit der Diagonal die Geschwindigkeit wachse, und abnehme, ist offenbar: denn diese ist, wie der Raum (§. 70.), den die Diagonal anzeigt; es muß also die Geschwindigkeit wie die Diagonal wachsen, oder abnehmen.

III. Wird ein Körper mit 3. Kräften a b, a c, und a e fortgetrieben (fig. XVII.) so findet man seinen Weg also: Man macht das Parallelogram a b c d, so hat man den Weg a d, den er mit a d, und a c macht. Nun sieht man a d, und a e als neue zwo äußere Kräften an; macht dann das Parallelogram a d e x, so hat man die Diagonal a x, die der Körper von a b, a c, und a e beschreibt.

IV. In der XVI. Fig. heißen wir a n, a s, a c Abscisse, Pfeile (Abscissas, sagittas) n x, s y, c d halbe Ordinaten (Semiordinatas) und bestimmen daraus den Unterschied der krummen Linien.

§. 84. Gleichwie eine Kraft aus zwoen zusammengesetzt wird, so kann man sich wirklich die Kraft a d, mit der ein Körper unter einem schiefen Winkel auf eine Fläche a e (fig. XVIII.) wirkt,

aus

aus zwoen andern, die man Relativkräften nennt, zusammengesetzt vorstellen, und in dieselbe auflösen; in die Parallelkraft, und Perpendikulärkraft.

2. Nur mit der Perpendikulärkraft wirkt der Körper auf die Fläche.

Das erste zeigt die XIX. Figur. Man darf nur auf die Fläche b e eine Parallel a e, und Perpendikulär a b hinziehen, so hat man das nämliche Parallelogram, dessen Diagonal a d ist, als würde der Körper a wirklich von a b, und a c getrieben.

Daraus läßt sich nun der zweyte Theil des Satzes, der in der Physik und Mathematik von der größten Wichtigkeit ist, ersehen. Der Körper kann nur insoferne auf die Fläche wirken, als er dieselbe erreichen kann: er kann sie aber nur mit der Perpendikularkraft, nie mit der Parallelkraft erreichen: so kann er dann nur mit der ersten darauf wirken.

I. Alle Wirkungen der Körper geschehen also nach der Perpendikulärlinie, und man stellet sich die Fläche, auf die eine Kraft unter diesen, oder jenen Umständen wirken wurde, nur vor, um daraus zu bestimmen, wie sie auf den Körper eigentlich wirke.

II. So wenig die Zusammensetzung, eben so wenig ist diese Auflösung, eine Absolutkraft in

zwo

zwo andern eine lediglicher Modification, sondern sie ist eine wirkliche Theilung derselben, welche bestimmet, wo ein jeder Theil in der That selbst hinwirke. Der Nutzen von diesem Gegenstande wird am Ende des folgenden Abschnitts füglicher angebracht werden.

Dritter Abschnitt.

Von einigen Wirkungen der Körper, die sie nur in gewissen Umständen hervorbringen.

Von dem Stoße der Körper.

§. 85. Die Wirkung eines Körpers auf den andern mittels einer Bewegung ist ein Stoß (conflictus corporum)

§. 86. Erfahr. 1. Bey c d (fig. XIX.) hänge man an seidne Schnüre zwo Kugeln a, b also auf, daß sie sich nur in einem Punkte berühren; ihre Mittelpunkte aber in einer geraden Linie liegen. Erhebt man a bis auf eine Höhe e, und läßt sie auf b hinfallen, so geschieht ein Stoß. Sind nun 2. die Kugeln unelastisch, so werden nach dem geschehenen Stoße entweder beyde, oder nach Beschaffenheit ihrer Massen gegeneinander b allein nach f fortgehen. 3. Sind sie von weichem Wachse, oder Thone, so geschieht das nämliche, nur mit dem Unterschiede, daß sie etwas platt werden.

den. 4. Sind sie aber elastisch, und stoßt a mit einer Geschwindigkeit = 6 auf b, so wird a nach dem Stoße ruhen, b 6 Grade weit bis in f fortgehen. 5. Fallen beyde aus e, und f auf einander, so ruhen sie nach dem Stoße, wenn sie unelastisch; springen wieder bis in e und f zurück, wenn sie elastisch sind. 6. Lasse ich in einer Reihe von 10, oder 100 so neben einander hangenden elastischen Kugeln die erste auf die andern von 6 Graden herabfallen, so wird die letzte eben soweit auf der andern Seite hinausschnellen. Eben dieß werden auch zwo, oder drey thun, wenn ich zwo, oder drey Kugeln bis zu einer Höhe e aufhebe, und auf die andern fallen lasse.

§. 87. Wenn also ein Körper a auf den andern b stößt, und dieser ruhet, oder beyde, jedoch der Gestoßene langsamer nach einer Richtung bewegt wird, so bleibt in beyden zusammengenommen die nämliche Größe der Bewegung nach dem Stoße, die sie vor dem Stoße hatten: das ist, wenn die Masse von a = M, seine Geschwindigkeit vorm Stoße = C, die Masse von b = m, seine Geschwindigkeit = c; die gemeinschaftliche Geschwindigkeit, die beyde nach dem Stoße haben, = x ist, so ist im ersten Falle $MC = MX + mx$: im 2ten aber $MC + mc = Mx + mx$.

2. Es ist also nach dem Stoße im ersten Falle die gemeinschaftliche Geschwindigkeit $X = \frac{M + C}{M + m.}$ Im zweyten $X = \frac{MC + mc}{M + m.}$ (1ste, und 2te Erfahrung.)

Beweis des 1sten. Was der stoßende Körper a von seiner Geschwindigkeit verliert, bekömmt der gestoßene b: denn im ersten Falle verliert er nur soviel, als er braucht, die Masse b zu bewegen; dieß bekömmt aber der Körper b; so bleibt dann in beyden zusammengenommenen die nämliche Größe der Bewegung. Vorher war sie MC; jetzt aber MX + mx: so ist dann MC = MX + mx. — Im zweyten Falle verwendet a nur soviel auf b, als b weniger hatte: es wächst aber dieß dem Körper b zu; folglich ist wiederum, wenn die Größe der Bewegung vorm Stoße = MC + mc, nach dem Stoße = MX + mx; MC + mc = MX + mx.

Beweis des 2ten. Weil im ersten Falle MX = MX + mx = (M + m) X: so ist $x = \frac{MC + mc}{M + m.}$ Und weil im zweyten MC + mc = MX + mx = (M + m) x: so wird $X = \frac{MC + mc}{M + m.}$

§. 88. Laufen unelastische Körper gegen einander; so bleibt 1. nach dem Stoße nicht mehr die nämliche Größe der Bewegung, sondern wird vermindert.

2. Bekömmt man die Geschwindigkeit, mit der beyde nach dem Stoße, und zwar nach der Richtung des stärkern fortgehen, wenn man die Differenz der Bewegung vorm Stoße mit der Summe der Massen dividiert: oder $= \frac{MC - mc}{M + m.}$

Grund des ersten. Ein jeder Körper wirkt auf den andern, weil er wirklich eine wirkende Kraft, oder Bewegung hat: es muß also in einem jedweden etwas von der Geschwindigkeit aufgehoben, folglich die Bewegung vermindert werden.

Grund des zweyten. Es wird von der Größe der Bewegung des Körpers $a = MC$ nur soviel vermischet, als die Größe der Bewegung von $b = mc$ beträgt; mit der b auf a zurücke wirkt: denn würde mehr vernichtet, so wäre ja die Wirkung größer, als die wirkende Kraft: es muß also $MC - mc$ bleiben: und wenn man mit den Massen dividiert, die ge-

gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße, oder $X = \frac{MC - mc}{M + m}$ seyn.

§. 89. Sind entweder beyde, oder auch nur einer der stoßenden Körper vollkommen weich, so folgen sie zwar den bisherigen Stoßgesätzen; doch mit diesem Unterschiede, daß 1. die Figur der weichen Körper nach, und nach zusammen gedrückt wird. 2. Also auch die Veränderung nicht auf einmal, sondern nur nach und nach geschehe. Dieß zeigt die dritte Erfahrung, und Beschaffenheit der weichen Körper.

§. 90. 1. Stoßen sich nun vollkommen elastische Körper, so ist die Größe der Bewegung, die einer verliert, und der andere bekömmt, zweymal so groß, als sie seyn würde, wenn die Körper unelastisch wären: es mögen hernach die Massen, Richtungen, oder Geschwindigkeiten seyn, wie sie wollen. Oder $= 2\,MC + 2\,mc$.

2. Man findet also die Geschwindigkeit eines jeden Körpers nach dem Stoße, wenn man nach den 86. und 90. §. §. die gemeinschaftliche Geschwindigkeit suchet; sowohl den Verlurst des einen, als den Gewinn des andern duplirt; und jenen von der Geschwindigkeit vor dem Stoße subtrahiert; diesen aber addiert.

Wenn a auf b stoßt, so verliert a einen Theil der Bewegung durch seinen Stoß. Die Elasticität von b wirkt eben so stark zurücke auf a, als sie davon zusammengedrückt worden (55. §.); so verliert dann a auch einen Theil vom Gegenstoße von b; folgsam 2mal soviel, als wenn sie unelastisch wären. Hingegen bekömmt b einen doppelten Stoß, einen von a, den andern von ihrer eignen Elasticität, welche, da ihr a im Wege liegt, nun selbst auf b zurückwirkt: so kömmt dann b nochmal soviel, als wenn er unelastisch wäre.

Der 2te Theil des Satzes folget aus diesem, wie sich ohne vieles Nachdenken einsehen läßt.

I. In einer längern Reihe von so nebeneinanderhangenden Kugeln (6te Erfahrung.) geschieht der Stoß durch alle Kugeln. Doch, da ihn eine jede auf die vor sich befindliche gleich

gleich wieder verwendet, bis auf die letzte, welche keine mehr vor sich hat: so kann nur diese ihre Bewegung äußern. Was von einer ist gesagt worden, ist von jeden zwoen, oder dreyen zu verstehen: nur mit dem Unterschiede, daß im letzten Falle auch zween, oder drey Stöße geschehen.

Den Gebrauch des letzten Satzes wird eine praktische Anwendung in dreyen Fällen vollkommen ans Licht setzen.

Erster Fall. A stoße auf B mit einer Geschwindigkeit = 6: B ruhe vorm Stoße. Beyde sind elastisch, und von gleichen Massen. Zweyter Fall. Beyde gehen nach einer Richtung. A mit einer Masse = 1, Geschwindigkeit = 5; B mit einer Masse = 3, Geschwindigkeit = 1. Dritter Fall. Sie gehen gegeneinander. Die Masse a sey dreymal größer, als die Masse b, die Geschwindigkeit von a = 6, von b = 10. — Was für eine Geschwindigkeit, und Richtung werden sie nach dem Stoße haben?

Auflös. des ersten. Wenn beyde unelastisch wären, so wäre nach dem Stoße $x = \frac{M\ C}{M + m}$ (87. §.) $= \frac{1 \times 6}{2} = 3$. Es wäre also der Verlurst des ersten $= 6 - 3 = 3$. Der Gewinn des zweyten die nämliche 3. Duplire ich nun beyde, und ziehe den doppelten Verlurst

 von

von der Geschwindigkeit des a vorm Stoße ab, so ist 6 — 6 = 0: und addiere ich nun den doppelten Gewinn von b zu seiner Geschwindigkeit vorm Stoße, so ist 6 + 0 = 6: das ist, A ruhet nach dem Stoße, B gehet mit einer Geschwindigkeit = 6 nach der Richtung des a fort (2te Erfahr.)

Auflös. des 2ten. Als unelastisch wäre wiederum $x = \frac{MC + mc}{M + m}$ (§. 87.) $= \frac{5+3}{4} = 2$ der Verlurst des a wäre also = 5 — 2 = 3. Der Gewinn des b sind wiederum die nämlichen 2. — Beyde duplirt, und nach der obigen Vorschrift verfahren; ist 5 — 6 = — 1; und 1 + 4 = 5. A also würde mit der Geschwindigkeit = 1 zurücke, b mit der Geschwindigkeit = 3 fortgehen.

Auflös. des 3ten. Nach 88. §. wäre wiederum $x = \frac{MC - mc}{M + m} = \frac{18 - 10}{4} = 2$. Der Verlurst von a wäre also 6 — 2 = 4. Der Gewinn von b aber die nämlichen 2. Wird beydes duplirt, so ist 6 — 8 = — 2. Und 4 + 10 = 14: das ist, a wird mit einer Geschwindigkeit = 2 zurückspringen; b aber mit einer = 14 fortgehen.

Aus diesen folgen nun die Stoßgesätze der elastischen Körper.

I. Wenn

I. Wenn b vorm Stoße ruhet, und 1. die Massen gleich sind, so bekömmt b die ganze Geschwindigkeit des a; a aber ruhet nach dem Stoße. 2. Ist die Masse von b kleiner, als die von a, so bekömmt b eine größere Geschwindigkeit, als a vorm Stoße hatte, a aber wird dem b nach seiner vorigen Richtung doch mit minderer Geschwindigkeit folgen. 3. Ist aber die Masse des a kleiner, als die des b, so bekömmt b eine kleinere Geschwindigkeit, als a vorm Stoße hatte; a aber wird doch wiederum mit verminderter Geschwindigkeit, zurückspringen.

II. Wenn beyde vorm Stoße nach einer Richtung, a geschwinder, b langsamer bewegt werden, und 1. die Massen gleich sind, so setzen sie ihre Bewegung mit verwechselten Geschwindigkeiten nach der nämlichen Richtung fort. 2. Sind die Massen ungleich, verwechseln sie dieselbige nach dem Verhältnisse der Massen, und Geschwindigkeiten. 3. Ist die Masse des b kleiner, als die des a, so springt a zurück.

III. Wenn sie gegeneinander bewegt werden. 1. Wenn die Massen gleich sind, so springen sie nach dem Stoße mit verwechselten Geschwindigkeiten voneinander. 2. Sind sie ungleich, so verwechseln sie dieselben wiederum nach dem Verhältnisse der Masse, und der Geschwindigkeit.

Anmerk. Es giebt zwar in der Natur keine vollkommen harte, weiche, oder elastische

Körper; man muß sie nichts destoweniger also annehmen, um die Gesätze desto genauer zu bestimmen, als welche sich auf Körper von mittler Art leicht anwenden lassen.

Von der zurückgeworfenen, und gebrochenen Bewegung.

§. 91. Wenn ein Körper auf einen andern stoßt, und nach dem Stoße zurückgetrieben wird, ist es eine zurückgeworfene, reflectirte Bewegung (motus reflexus.)

Weicht er aber nur in der Fortsetzung seiner Bewegung von seinem Wege in etwas ab, ohne eine entgegengesetzte Richtung zu nehmen, so heißt sie eine gebrochene (motus refractus).

§. 92. Erfahrung. Wenn ich einen elastischen Körper z. B. eine helfenbeinerne Kugel, einen aus Wolle fest zusammengeschnürten Ball senkrecht auf die Erde fallen lasse; schief an die Mauer hinwerfe, so springen sie wiederum zurücke, obschon nicht mehr soweit. 2. Ein Stein, den ich auf ein Wasser unter einem recht spitzigen Winkel hinwerfe, springt nach dem Auffallen etlichmal in die Höhe, bis end-

endlich seine ganze Bewegung vollends aufgehoben ist. 3. Eben also stehet eine unter einem Winkel von ungefähr 5° auf die Oberfläche eines Flußes hingeschoßene Kugel auf, und durchbohret die am andern Gestade aufgerichtete Scheibe, besonders, wenn man auf diese dort, wo sie im Wasser gesehen wurde, gezielet hat.

4. Ist aber der Winkel zu groß, so versenkt sich die Kugel zwar in das Wasser, doch bricht sich ihre Bewegung etwas aufwärts, und der Schuß wird allemal höher stehen, als er in der freyen Luft stehen würde, wie man in einem hiezubereiteten Geschirre erfahren kann. 5. Die Bewegung eines senkrecht in stehendes Wasser fallenden Steines bricht sich auf keine Seite, sondern er fällt auch senkrecht hinab.

§. 93. Wenn nun ein Körper a bey b (fig. XX.) auf eine Fläche K K senkrecht auffällt, und entweder beyde, oder auch nur einer vollkommen elastisch, der andere hart ist, so nimmt er den nämlichen Weg b a zurücke.

2. Fällt er auf dieselbe unter einem schiefen Winkel a c b, so geschieht die Reflexion also, daß der Reflexionswin-

kel e c f (angulus reflexionis) dem Einfallswinkel a c b (angulo incidentiæ) allemal gleich wird.

3. Ist aber der Körper, oder die Fläche nur unvollkommen elastisch, so wird der Körper weder bis zur nämlichen Höhe zurückgeworfen; noch der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich seyn, sondern jener kleiner werden, als dieser.

Im ersten Falle bringt die Elasticität bey b eine eben so große Geschwindigkeit nach a zuzurücke hervor, als a b war (§. 55.); der Körper muß also von b nach a zurückspringen.

Im zweyten Falle läßt sich die Kraft a c (§. 84.) in zwo auflösen in a b, und a d = b c. Nun geht zwar die Perpendikulärkraft a b, mit welcher der Körper auf die Fläche wirkt, in c zu Grunde; doch bringt die Elasticität dort eine eben so große C d = a b hervor. Da er dann b d = a d noch hat, so wird er von dieser aus c in f, von der neuerzeugten aus c in d getrieben, und also von beyden zusammengenommen die Diagonal c e machen. — Daß aber a c b = e c f, ist offenbar, indem b c = c f, d c gemeinschaftlich, und die Winkel bey b, und f zween rechte sind. Es sind aber alle Dreyecke gleich, in denen zwo Seiten, und ein Winkel gleich ist.

Im

Im dritten Falle erzeugt die Elasticität keine so große Kraft, wie a b war, sondern nur eine = b o bey dem perpendikulären Auffalle; bey dem schiefen = c m = f n. Er kann also hier nur die Linie c n zurückspringen: und es läßt sich mit Augen sehen, daß der Winkel n c f < e c f, und also auch < a c b ist. Aus diesem folgt I. der Grund, und die Erklärung aller §. 92. angezogener Erfahrungen.

II. Weil kein Körper vollkommen elastisch ist, so wird die Reflexion weder bis zur nämlichen Höhe, noch unter einem Winkel jemal geschehen, der dem Einfallswinkel vollkommen gleich wäre. Besonders nehmen wir dieß in der 2ten, und 3ten Erfahrung wegen der gar zu schwachen Elasticität sowohl der Bleykugel, als des Wassers wahr.

§. 94. Geht ein Körper aus einer flüßigen Materie in eine andere, welche dichter, oder zusammenhangender ist, unter einem schiefen Winkel, z. B. aus Luft in Wasser, so wird seine Bewegung vom Perpendikul weggebrochen (refringitur a perpendiculo.)

2. Geht er aber aus einer dichtern in eine dünnere, aus Wasser in Luft, so geschieht die Brechung zum Perpendikul.

3. Kömmt

3. Kömmt er endlich perpendikulär von einer in die andere, so geht keine Brechung vor sich.

1. Es falle ein Körper a unter dem Winkel a c b auf die Wasserfläche b f, seine Absolutkraft a c kann in die Parallelkraft a d, und Perpendikulärkraft a b aufgelöst werden. In c bekömmt er vom Wasser einen kleinen Stoß c m; durch diesen wird die Perpendikulärkraft a b vermindert, die Parallelkraft vermehrt, und der Körper muß weiter vom Perpendikul d e wegkommen. Denn, wenn wir a c bis in n verlängern, und das Parallelogram c n X m schließen, so finden wir die Diagonal c x, oder den Weg, den der Körper durch die Brechung macht, und sehen zugleich, das x c e > e c n; folglich daß der Körper vom Perpendikul weggebrochen worden sey.

2. Wenn nun x unter dem Winkel x c f aus dem Wasser in die Luft herausgeht, so wird bey c seine Perpendikulärkraft keinen so großen Widerstand von der Luft mehr leiden, als sie vormals vom Wasser gelitten hatte: sie wird also um etwas mehr gegen r hinwirken. Nach der Richtung, und Größe x c wäre er in S gekommen; wenn wir aber wiederum auf c s, und c r das Parallelogram schließen; so finden wir, daß er in a komme, folgsam wegen Vermehrung der Perpendikulär, und Verminderung der Parallelkraft a c d < s c d wer-

werde, und die Brechung zum Perpendikul geschehe.

Das dritte zeigt theils die 5te Erfahrung, theils läßt sich weder die Perpendikulärkraft in eine andere auflösen, noch ist auch die Gegenwirkung des Wassers auf einer Seite stärker, als auf der andern: es ist also kein Grund vorhanden, warum eine Brechung vor sich gehen soll.

I. Die Brechung geschieht nur auf der Oberfläche der flüßigen Materie, in die der Körper geht; denn unter der Oberfläche ist der Widerstand auf beyden Seiten gleich, und ist also kein Grund, warum er mehr auf diese, als jene abweichen soll.

II. Ein Körper wird im Wasser stärker gebrochen, als im Weingeiste, im Oele stärker, als im Wasser rc.

Und III. Unter zweenen Körpern von ungleichen Massen im nämlichen Mitteldinge der von minderer Masse stärker.

IV. Wer auf einen unter dem Wasser befindlichen Fisch, Otter rc. gerade hinzielet, wenn er ihn schießen will, verfehlet ihn, theils, weil die Kugel in die Höhe getrieben wird, theils, weil man in dem Wasser alles höher sieht, als es ist. Denn bey der Refraction des Lichtes geschieht alles umgekehrt, wie die Dioptik zeiget. Man muß also hier unterhalb

dem Gegenstande antragen, wenn man treffen will.

Anmerk. a c heißt die einfallende, c x die gebrochene Linie, d c e der Perpendikul, oder die Axe, auch der Neigungscathet, Neigungsloth (cathetus inclinationis); a b der Einfallsloth (cathetus incidentiæ) f x der Brechungscathet (cathetus refractionis); a c b der Einfallswinkel (angulus incidentiæ); a c d der Neigungswinkel (angulus inclinationis); e c x der gebrochene Winkel (angulus refractus); x o aber sein Sinus; n c x der Brechungswinkel (angulus refractionis.)

Von der schiefen Fläche.

§. 95. Eine Fläche d f (fig. XXII.), die mit dem Horizonte einen schiefen Winkel macht, heißt eine schiefe Fläche, (planum inclinatum.)

§. 96. Erfahrung. 1. Wenn ich eine Kugel auf einer schiefen Fläche d f hinablasse, so läuft sie zwar so, wie im freyen Fallen, immer geschwinder, und folgt allen Gesätzen der beschleunigten Bewegung; doch 2. je spitziger der Winkel d f e ist, je langsamer die Kugel laufen wird: je mehr ich aber d f erhebe, und der Perpendikularrichtung nähere, desto mehr wird ihre Geschwindigkeit zunehmen. (fig. XXII.) 3. Lasse ich die Kugel durch d p, d h, h e herab,

ab, so wird jene in eben der Zeit in p, diese in e kommen, in der eine andere von d bis in e frey herabfällt.

§. 97. Auf der schiefen Fläche fällt der Körper nur mit einem Theile seiner Schwere.

2. Diese, so auch die Geschwindigkeit, und der Raum (denn diese sind wie die Kraft) verhält sich zu der ganzen Schwere, oder Absolutkraft, mit der er nämlich frey fallen würde, wie die Höhe der schiefen Fläche zu der Länge, oder wie der Sinus des Inclinationswinkels f zum Radius.

3. Die Zeit aber, die er auf der schiefen Fläche braucht, zu der, die er im freyen Falle brauchen würde, wie die Länge der Fläche zu ihrer Höhe.

1. Wenn a c die ganze Schwere des Körpers vorstellet, so kann sie wegen dem schiefen Winkel, den sie mit der Fläche d f macht, in zwo andere aufgelößt werden, in die Perpendikulärkraft a r = b c, und Parallelkraft a b. Nun kann er aber nur mit a b fallen, weil er mit

mit a r auf die Fläche drückt; so fällt er dann nur mit einem Theil der Schwere.

2. Da nun der Körper nur mit a b fällt, so ist a b c ∽ d e f; weil der Winkel b = e als zween rechte, und m = x als der innere dem äußern zwischen zwoen Paralleln a b, d f; und d = x als der innere zwischen zwoen Paralleln d e, a c, wenn ich a c in etwas verlängere: folgsam auch m = d; weil beyde einem dritten x gleich sind. Es sind aber in ähnlichen Dreyecken die correspondirenden Seiten proportinol: so ist dann

a b: d e = a c: d f.

und also a b: a c = d e: d f. oder wenn ich die Länge d f als den Radius annehme: wie der Sinus des Elevationswinkels zum Radius: denn hernach ist d e der Sinus von f.

3. Mit der relativen Kraft a b braucht der Körper einen Raum zu machen um so mehr Zeit, als vorher seine absolute Kraft a c größer war, als a b: das ist, die Zeit, die er mit a b braucht, zu der, die er mit a c braucht, verhält sich verkehrt, wie a c: a b. Es ist aber

a c: a b = d f: d e. So ist dann ꝛc.

I. Ein Körper hat in f so eine Geschwindigkeit, daß er, wenn die Reibung auf der Fläche, und der Widerstand der Luft nicht wäre, bis zur nämlichen Höhe hinaufsteigen könnte, von der er gefallen ist.

II. In

II. In der Zeit, in der er frey durch d e fiele, kömmt er auf der Fläche dorthin, wo die aus dem rechten Winkel der Fläche gezogene Perpendikulärlinie e p hintrift: das ist, von d bis in p. Denn dort ist auch wegen offenbarer Aehnlichkeit der Dreyecke

$$de : dp = ac : ab = df : de.$$

Daher fällt

III. ein Körper durch alle Sennen d p, d h, oder h e, p e eines Zirkels o d p h e &c. (3te Erfahr.) in eben der Zeit, in der er durch dessen Diameter frey herabfällt. Denn wenn man d h bis in k verlängert, so stellt es eine schiefe Fläche vor, auf die e h &c. so wie e p auf d f perpendikulär ist. Ein Aehnliches läßt sich von h e, p e sagen.

IV. Je spitziger der Inclinationswinkel ist, je weniger der Körper auf der Fläche von seiner absoluten Kraft verliert, sie möge von der Schwere, oder sonst wo immer herkommen.

Von dem Pendel.

§. 98. Ein schwerer Körper a, der bey p an einem Faden hängt, und von n bis in a aufgehoben, sich den alten Weg hin, und wieder bewegt, ist ein Pendel. (fig. XXII.)

§. 99. Erfahrung. Erhebe ich das Pendel von n bis in a, so fällt es mittels seiner Schwere bis in n mit beschleinigter, und steigt bis auf d mit abnehmender Bewegung: dann fällt es mit jenen wiederum zurücke, und so schwingt es hin und wieder, bis der Widerstand der Luft, und die Reibung in p alle Bewegung werden aufgehoben haben. 2. Unter zweyen Pendeln von gleicher Länge schwingt das schwerere; von gleicher Schwere das kürzere geschwinder. 3. In der Zeit, da das Pendel von a bis in b schwingt, fällt ein anderer frey herabgelassener Körper vom nämlichen Gewichte durch den ganzen Diameter L n; in der aber, in welcher es von a gar bis auf d kömmt, durch 4. solche Diameter des Zirkels, wovon a d ein Bogen ist, wenn ich ihn frey herabfallen lasse.

§. 100. Wenn ein Pendel von der Verticallage p n bis in a aufgehoben wird, so bewegt es sich nur mit der relativen Kraft a b bis in n, wo die absolute Kraft allein bleibt. Und 2tens die Relativkraft a b verhält sich zu der absoluten a c, gleichwie der Sinus des Elevationswinkels a p n zum Radius.

3tens. Das Pendel wird von n bis in d soweit hinaufsteigen, als es von a bis n herabgefallen ist.

1. Wenn

1. Wenn wir die Absolutkraft a c, welche, weil sie von der Schwere herkömmt, allemal perpendiculär wirkt, wiederum in die Kraft a b, und a = b c auflösen, so sehen wir schon, daß der Körper nur mit dem Theil a b falle, indem er den Theil a r auf die Ausspannung des Fadens verwendet.

2tens. Es ist der Winkel i = o, als der äußere dem innern zwischen den Paralleln a c, p m; der Winkel s ist auch = i als Wechselwinkel zwischen den Paralleln a b, r c: so ist dann auch der Winkel o = s. Nun ist auch der Winkel b = m als zween rechte: folglich sind die Dreyecke a b c, und a m b einander ähnlich: und also verhält sich a b : a c = a m : a p. Es ist aber, wenn wir a p für den Radius annehmen, der Sinus des Winkels o = a m: so ist dann a b: a c, gleichwie der Sinus des Winkels o zum Radius r.

3tens. Der Körper fällt mit beschleinigter Bewegung von a bis in n. Durch diese beschleinigte Bewegung aber bekömmt der Körper, am Ende des Falles so eine Kraft, daß er bis zu eben der Höhe, von der er fiel, hinaufsteigen kann: so muß dann auch das Pendel in n eine so große Geschwindigkeit haben, daß es, wenn die Reibung im p, und der Widerstand der Luft nicht wären, bis zur gleichen Höhe auf der andern Seite hinaufsteigen, folglich n d = a n machen könnte.

I. Das Pendel fällt gleichsam durch lauter unendlich kleine schiefe Flächen ax, xy, yn, die unter unendlich kleinen Winkeln auf einander folgen. Und weil der Stoß, denn es bey so einem Winkel bekömmt, und der dadurch verursachte Verlurst der Kraft (§. 97. IV.) nur so, wie der Winkel, nämlich unendlich klein, unmerklich, und nur zur Abänderung der Richtung dienlich ist, so ist es eben soviel, da es durch alle diese Sennen fällt, als wenn es durch die Senne azn, gefallen wäre.

II. Darum wird in der Zeit, in der es bis in n kömmt, ein gleich schwerer Körper nach den §. 97. II. und III. und nach der 3ten Erfahrung §. 99. frey durch den ganzen Diameter herabfallen. Und da es von n bis in d fortgehen würde, mittels seiner beschleinigten Bewegung (§. 71.) noch durch 3, folgsam zusammen durch 4 Ln, oder Diameter fallen, weil das Pendel eine Oscillation macht.

§. 101. Wenn die Längen zweyer Pendel gleich sind, so verhalten sich ihre Schweren V und v gleichwie die Quadrate der Geschwindigkeiten, oder der Zahlen ihrer Schwingungen: das ist, wenn diese N und n anzeigen.

$$V : v = N^2 : n^2, \text{ oder auch}$$

2. Verkehrt, wie die Quadrate der Zeiten, in denen sie durch a d schwingen.

$$V : v = I^2 : T^2.$$

3. Sind aber die Längen ungleich, so sind die Schweren selbst wie diese Längen L, und l, oder V : v = L : l, wenn sie in gleicher Zeit, oder Geschwindigkeit schwingen.

4. Und diese stehen mit den Quadraten der Zeiten in ordentlicher Proportion.

$$L : l = T^2 : t^2.$$

1. Je geschwinder das Pendel hin und wieder geht, je öfter es auch den Raum a d, oder m n macht; oder wenn man ihn zusammen nimmt; je einen größern Raum es macht. Es ist aber überhaupt die bewegende Kraft V = S (§. 80. I.) und in der beschleinigten Bewegung $S = c^2$. (§. 72.) so ist dann auch hier $V = c^2 = n^2$, und also $V : v = N^2 : n^2$, welches das erste ist.

2. Ein Körper braucht um so weniger Zeit einen Raum zu machen, je größer seine Kraft ist, oder $V = \frac{1}{T}$ (§. 80. I.), weil aber die Bewegung beschleinigt ist, so müssen Quadrate

der Zeiten genommen werden: so ist dann $V = \frac{1}{T^2}$, und also $V : v = t^2 : T^2$, so das zweyte ist.

3. Das längere Pendel macht einen größern Raum, so muß dann auch die Kraft größer seyn, mit der es ihn macht: diese ist aber die Schwere: so muß dann auch die Schwere des längern Pendels größer seyn, als des kürzern: das ist, es muß $V : v = L : l$ seyn, welches das dritte ist.

4. Das längere Pendel schwingt um so langsamer, und braucht also um so mehr Zeit zu einen Schwung, je länger es ist: Es ist also $L : l = T : t$. Und wegen der wachsenden Bewegung $L : l = T^2 : t^2$: welches das vierte ist.

I. Dem ersten Theil des Satzes zur Folge ist also $N : n = \sqrt{V} : \sqrt{u}$; dem zweyten $T : t = \sqrt{V} : \sqrt{v}$. Dem vierten $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$.

II. Soll ein Pendel zwo Schwingungen machen, da ein anders von gleicher Länge eine macht, so muß dieses viermal schwerer seyn, als jenes: weil $n^2 : N^2 = u : V$. $1^2 : 2^2 = 1 : 4$. — Ist aber ihr Gewicht gleich, so muß das, welches zweymal schwingen soll, bis das andere einmal schwingt, viermal kürzer seyn, als das letzte: weil $t^2 : T^2 = l : L$. $1^2 : 2^2 : 1 : 4$.

III. Im

III. Im luftleeren Raume wurden noch (§. 62. 3te Erfahr.) alle gleich lange Pendel in gleichen Weltgegenden auch gleich geschwind schwingen: weil dort die Geschwindigkeit aller Körper gleich ist.

IV. Da aber ein gleich langes Pendel bey Condamine und Bougner auf dem Berge Pinchincha in 24. Stunden 98720.; am Ufer des Amazonflusses 98770. Schwingungen machte: und da schon Richer im Jahre 1672. durch Versuche, welche er 13. Monate lang alle Wochen, und also bey allen Witterungen wiederholte, entdecket hat, daß auf der Insel Coyenne ungefähr 4° vom Aequator ein Pendel von 3. Fuß $8\frac{3}{5}$ Linien Pariser Maßes langsamer schwänge, als zu Paris, 48° vom Aequator, und daß er es dort um $1\frac{1}{4}$ Linie abkürzen müßte, wenn es alle Secunde schwingen sollte; ist es heut zu Tage ausgemacht, daß die Schwere in niedern Orten größer seyn, als auf hohen, und so auch bey den Polen, als beym Aequator. Das letzte haben besonders die schon öfters angezogene Franzosen Maupertuis, Champfel, Mairan, Graham, und P. Boschowich mit le Seur, und Jacquier in wiederholten Versuchen einhällig, als richtig befunden. Maupertuis unternahm sie 4. Tage, bey welchen ihm das Thermometer eben die Witterung zeigte, unter der er sie zu Paris gemacht hatte.

Das Pendel mußte beym Aequator abgekürzt werden, obschon auch die Wärme minder

 war,

war, als 2_0° davon. Ein gleiches mußte zu Peru geschehen, obschon die nahen Berge, und alles umher vor Kälte erstarret war; daß sich also die Ursache dieser Gleichheit auf keine Weise auf die Witterung, oder Wärme hinüberschieben läßt, welche das Pendel etwas ausdehnen, und verlängert haben müßte.

§. 102. Wenn sich ein Zirkel d x r c k (fig. XXIV.) auf einer geraden Linie a b fort einmal um seine Axe bewegte, und ein Punkt seiner Peripherie alle Augenblicke ein Merkmaal dieser Bewegung zurück ließ, so wäre dieses zurückgelassene Merkmaal eine Cycloide (Cyclois).

Die Linie a b wird die Basis: c d die Axe der Cycloide; C der Gipfel (vertex Cycloides) der bewegliche Zirkel aber der Zeugzirkel (Circulus genitor) genennet.

2. In dieser krummen Linie läuft eine aus was immer für einem Punkt e, oder m gezogene Tangente mit der aus dem respondierenden Punkte x, oder r auf dem Scheitelpunkt C gezogene Chordeparallel: denn wenn ich die mit a b parallel laufende Linien e x k, m r i, und n c ziehe,

wovon

wovon die ersten zwo unendlich nahe sind, folgsam auch e m unendlich klein, so ist es = x i: eben deßwegen ist e m parallel x i: es muß also auch x c parallel e n seyn, indem die Tangente nichts anders ist, als eine verlängerte unendlich kleine Seite.

3. Ist e n, oder x c die Hälfte des Bogens e c: denn wenn ich itzt die Sehne C r, und aus C den kleinen Bogen r S mache, so ist er einer Perpendikulär gleich, welche ein gleichschenklichtes Dreyeck auf ihre Basis gezogen in zween gleiche Theile abgetheilt, und man sieht, daß X C um X S länger seye, als r c, oder daß die Differenz $xc = rc = SX = \frac{xi}{2}$ daß aber das Dreyeck i r x gleichschenklicht ist, erhellet daraus, weil der Winkel c x r = x i r: denn das Maas des Winkels c x r ist $\frac{xc}{2} = \frac{kc}{2}$ weil es der Winkel ist, den die Tangente x r mit der Chorde x c macht: das Maas des Winkels c x k ist das nämliche $\frac{kc}{2}$, weil er ein Peripherialwinkel ist: Es sind aber c x k, und x i r Wechselwinkel: so ist dann auch das Maas des Winkels x i r der Bogen $\frac{kc}{2}$, und also x i r = c x r. Nun ist e m = x i, und also auch 2 s der doppelten Differenz der zwoen Seh-

 nen

nen cr, cx: es ist aber der ganze Bogen ec aus solchen ganzen Theilen em; die Sehne aus lauter solchen Differenzen xs, wovon die nachgehende ihre vorhergehende übertrifft, zusammengesetzt: so muß also der Bogen ec das doppelte der Sehne xc ausmachen. Eben deßwegen bestehet auch die halbe Cyclois bc aus zween, die ganze abc aber aus 4. Diametern des Zeugzirkels.

I. Die Cycloide ist eine Tautochrone (Cyclois est curva Tautochrona) so eine krumme Linie nämlich, in der ein Körper von einem jeden Punkte e oder m herabgelassen, gleich geschwind bis in c fallen würde: denn weil en = xe, mo = rc, so hat er in e so eine Kraft, als er in x hatte; in m gleichwie in r: wenn sich aber die Kräften verhalten, wie die Räume z. B. wenn zu einem Weg = 10 die Kraft = 10, und zu einem Weg = 4, die Kraft = 4, so werden beyde Wege in gleicher Zeit durchgelaufen: so läuft dann auch hier der Körper durch ec in eben der Zeit, in der ein anderer durch mc lauft.

II. Wird nun eine aus Messing wohl ausgearbeitete Cycloide bey C auseinander geschnitten, und bey P so zusammen gefüget, wie Pya, Pzb zeiget, dann in P. ein Pendel an einem Faden angehenkt, so windet sich der Faden itzt bey Pya, itzt bey Pzb auf und ab, beschreibt dadurch die Cycloide acb; und ihre Oscillationen werden alle gleich geschwind seyn, es möge

nur

nur den Bogen m f, oder den Bogen a b beschweben (Oscillationes pendulorum in quovis arcu Cycloidis sunt osichronæ) wie aus den vorigen einleuchtend ist.

Anmerk. Aus dem bisherigen läßt sich schon auch einsehen, daß die Cycloide eine Barchystrochrone (curva Barchistrochona) sey: denn es ist wirklich aus e auf c kein näherer Weg möglich, als der Bogen e c; eine unmittelbare hingezogene e p c wäre schon länger, weil sie mit der Chorde x c nicht mehr parallel lauft.

§. 103. Wenn ein Pendel nur ganz kleine Bögen beschwebt, so sind die Zeiten der Schwingungen nicht minder einander gleich, als in der Cycloide selbst: denn ganze kleine Bögen treffen mit dem untersten Bogen der Cycloide ein.

Anmerk. Sind an einem Faden, metallenen Drat, oder Stange mehrere Gewichte angehenkt, als eines, so heißt mans ein zusammengesetztes Pendel, und man kann es als wie ein einfaches betrachten, wenn man den gemeinschaftlichen Schwerpunkte für beyde sucht, und sie dann ansieht, als wenn sie beyde in demselben beysammen wären.

§. 104. Nutzen des Gegenstandes.

Wollen wir auf die künstlichen und natürlichen Bewegungen etwas aufmerksam seyn, so finden

finden wir allenthalben Diagonalen und Mittelwege. Alle Thiere, sogar der Mensch macht so eine Linie. Ein Schiff gehet über die Quere durch den Fluß mittels der Kraft, die es vom Ruder, und der, die es vom Strome empfängt; und es liegt in größeren Schifffahrten sehr viel daran, daß man den Segeln die rechte Wendung zu geben weis, mittels welcher die Kraft der Winde so aufgefangen, und abgetheilet werde, damit sie das Schiff nach dem verlangten Ort hintreiben.

Auf den Stoß gründet sich fast alle Wirkung der Körper, die meisten Künste und Handwerke. Das Pillard ist eine angenehme Anwendung sowohl von diesem, als der reflectierten Bewegung. In den Seeschlachten wird mit den Stücken auf das Wasser so gespielet, daß die aufstehenden Kugeln nach den Reflexions- und Refractionsregeln mehr schaden, als sie gerade hingeschossen, schaden würden. Hingegen macht man die Pollwerke von weicher Erde, setzt den feindlichen Kugeln mit Sand, Sägespähnen, Woll u. a. gefüllte Säcke entgegen, welche anfänglich nachgeben, und so nach und nach ihre Gewalt aufheben. In das Wasser schießen ist überhaupt gefährlich: eine solche Kugel gehet nach der Reflexion gewiß noch halb soweit fort, als sie sonst gehen würde: und kann also auf dem andern Gestade tödtlichen Schaden verursachen.

Von

Von der schiefen Fläche wird nicht nur in allen Künsten, Manufacturen ꝛc. sondern im gemeinen Leben täglicher Gebrauch gemacht. Schier alle Maschinen, Instrumente und Werkzeuge sind solche, wie besonders die Mechanik zeigt. Wir gehen auf schief liegenden Stiegen bequem die hohen Gebäude hinauf: die Dächer derselben müssen auch schief seyn, damit der Druck ihrer Schwere mehr getheilet werde, und das Wasser, Schnee, u. a. ablaufen. Die vordern Räder der Wägen werden kleiner gemacht, weil auf diese Weise die Läste auf einer schiefen Fläche liegen, und also selbst etwas vorwärts drücken; sohin sowohl Berg auf, als auf der Ebne die Bewegung erleichtern.

Eine von den nützlichsten Erfindungen ist wohl das Pendel, wenn wir nur die Richtigkeit der Uhren betrachten, zu der sie vom Hugenius anfänglich, hernach von den Engelländern, Franzosen, und auch von unsern Landsleuten den Deutschen sind gebraucht worden. Hugenius ließ es anfänglich in Zirkellinien schwingen; da er aber hier die Ungleichheit der Schwingungen wahrnahm, bediente er sich nach der Vorschrift der Cycloide mit gutem Erfolge, und allgemeinen Beyfalle. Heut zu Tage werden auch ohne diese die richtigsten Uhren gemacht, nachdem man überzeugt ist, daß die in ganz kleinen Bögen schwingenden Pendeln selbst fast genaue Cycloidalbögen beschweben: es sind dieß vorzüglich die sogenannten englischen Uhren.

Der Perpendikul, wie man ihn insgemein heißt, oder das Pendel macht alle Secunden einen Schwung, und sie sind desto besser, je kleinere Bögen sie beschreiben, weil diese mit der Cycloide richtiger eintreffen. Vielleicht würde man noch mehr erhalten, wenn man das Pendel an eine Feder henkte, welche oben dicker, abwärts zu aber immer dünner wäre: mich deucht, es müßte ein ziemlicher Bogen einer Cycloide beschrieben werden.

Die Länge des Pendels (pes horarius), daß es genau alle Secunden einmal, und also in 24. Stunden 3600 mal schwinge, ist nach einigen 3. Fuß, und 3. Zoll; Heinrich Sully (*) giebt 3' $8\frac{1}{2}$ Linie an: weil auch die metallene Stange des Pendels in der Wärme etwas ausgedehnt, und länger; in der Kälte zusammen gezogen, und kürzer wird, ist Graham auf den Gedanken verfallen, dem Pendel unten ein Mercurialthermometer anzuhängen, damit durch dessen Steigen in der Wärme der Mittelpunkt der Oscillation um so viel erhoben, durch das Fallen aber um so viel erniedriget wurde, als dort die Verlängerung, hier die Verkürzung der Stange betragt, die sie verursachen.

In der Medicin hat sich dessen Sanktorius zur Bestimmung der Pulsschläge bedienet, daher das sphygmische Instrument kömmt. Gallilӓus hat es sogar auf die Musik angewendet. Herr

(*) Tract. de horol.

Herr Boullioud hat 1747. (*) ein Instrument angegeben, den Unterschied der Töne mittels Abkürzung und Verlängerung eines Pendels zu bestimmen.

Vierter Abschnitt.

Von den Centralkräften.

§. 105. Jene Kräfte, vermög der ein Körper um einen Punkt eine krumme Linie beschreibt, heißen Centralkräfte.

§. 106. Erfahrung. Wenn wir einen Stein auf einer Schlinge, ein Gläschen voll Wasser auf einem Reife mit der Hand, oder an einer andern Maschine rc. in einem Kreis herumschwingen, so erfahren wir, daß hierzu zwo Kräfte nothwendig sind: eine, die den Stein, das Gläschen mit Wasser von der Hand wegtreibe, die andere, welche sie zurücke halte.

2. Nun wird sich zwar der Stein, das Gläschen mit Wasser, so auch ein Rauchfaß mit glühenden Kohlen u. a. ohne mindeste Gefahr zu fallen, oder verschüttet zu werden, herum bewegen: stelle ich aber die Bewegung auf einmal ein; halte ich den Reif gähling still, so wird das Gläschen, die Kohlen rc. entweder nach der Rich-

(*) Memoire à Trevoux.

Richtung des Schwunges fortgerissen, oder vermög ihrer Schwere herabfallen ꝛc.

3. Obschon der Stein rings herum die Schwinge in eine gerade Linie spannet, so geht er doch nie, wenn er frey gelassen wird, nach der Richtung dieser, sondern der letzten Tangente des Zirkels fort, den er beschrieben hat.

4. In der Centralbewegung entfernen sich überhaupt die Körper von größerer Masse mehr vom Mittelpunkt der Bewegung, als die von minderer. Wenn sich in einer gläsernen Kugel Luft, Wasser, Baumöle, Kögelchen vom Pantoffelholze befinden, so wird zwar, so lang sie ruhet, das Oel auf dem Wasser, das Kügelchen auf dem Oel schwimmen, und die Luft den oberen Theil der Kugel einnehmen: wird aber diese mittels einer Maschine heftigst umgetrieben, so richtet sich die Luft in die Mitte; dann folgen die Kügelchen, nach diesem das Baumöl, und endlich das Wasser.

5. So wie ein Stein in der Schlinge, ein Körper auf einer Centralmaschine, gehen schier die großen Weltkörper, besonders die Planeten um einen Mittelpunkt, der nach dem tychonischen Weltgebäude in der Erde; nach dem Kopernikanischen aber in der Sonne liegt. Die Nebenplaneten, deren der Jupiter 4, der Saturn 5, und im kopernikanischen Systeme die Erde 1. hat, (nach diesem letzteren stellt es die 29ste Figur vor) gehen auf die nämliche Weise um die Hauptplaneten.

§. 107.

§. 107. Wenn ein Körper a immerzu von einer Kraft a b gegen b fortgerissen (fig. XXV.) zugleich von einer andern a e gegen f zurücke gehalten, oder angezogen wird, so beschreibt er eine beständige krumme Linie.

2. Wirkt nun a e immer nur auf den Mittelpunkt f hin, so sind die Räume den Zeiten, in denen sie a zurücke legt, proportional: das ist, in einer Zeit wird 1, in zwo Zeiten 2. Räume durchgelaufen ꝛc.

3. Wechselweise, wenn die Räume den Zeiten, in denen sie gemacht werden, proportional sind, so zieht wirklich a e immer nur nach dem nämlichen Mittelpunkt f hin.

1. Es seyen drey unendlich kleine Zeiten: so würde a in der ersten von a b gegen b nach der Tangente fortgetrieben: weil aber auch a e auf ihn wirkt, so macht er die Diagonal a d. In der zweyten unendlich kleinen Zeit würde er itzt mit a d von d wieder nach x fortgehen; weil aber auch d e = a e gegen f zurücke ziehet, so macht er itzt die Diagonal d h und sofort. Nun sind zwar a d, d h g gerade, doch aber unendlich kleine Linien, als in unendlich kleinen Zei-

ten beschrieben: es verschwindet also ihre geradlinichte Gestalt, und sie müssen eine beständige krumme Linie ausbilden, welches das erste war.

2. Die Räume stellen die Flächen der Dreyecke a f d, d f h ꝛc. vor, welche in zwoen unendlich kleinen, und also gleichen Zeiten sind beschrieben worden: nun sind aber diese Dreyecke auch gleich; denn wenn ich die Linie x f mache, so ist a f d = d f x; weil sie eine gleiche Höhe d f, und gleiche Grundlinie a d, und d x haben; es ist aber auch d f h = d f x: weil sie eine Grundlinie d f haben, und sich zwischen zwoen Parallelen d f, x h befinden: so muß dann auch a f d = d f h seyn, weil sie einem dritten d f x gleich sind: sind nun die Zeiten gleich, in denen sie beschrieben wurden, so sind die Räume den Zeiten proportional, so das zweyte war.

3. Wirkte aber z. B. in der driten Zeit die zurückhaltende Kraft nicht mehr nach dem nämlichen Punkt f, sondern gegen einen andern z hin, so wäre nicht h f g = h f y: weil sie nicht zwischen zwoen Parallelen wären: indem ja y g mit h f nicht parallel läuft: es konnte also auch nicht d f h = h f g seyn. Wären sie nicht einander gleich, so wären sie auch den Zeiten nicht proportional, als die unendlich klein, und folgsam gleich sind; welches das dritte war.

I. Eine jede krumme Linie ist also ein Polygon, das aus unendlich kleinen, und vielen Seiten besteht.

II. In

II. In allen krummen Linien sind zwo Kräfte nothwendig, eine Tangentialkraft a b (vis tangentialis, projectilis) und eine Centripedalkraft a e (vis centripeda) wovon ich erstere künftig Schwing- oder Wurfkraft; letztere aber vielleicht füglicher Schwerkraft nennen will. Die zusammen genommene Centralkräfte (vires Centrales) heißen. Die Centrifugalkraft d e ist eine Wirkung der Tangentialkraft; ist allemal der Centripedalkraft gleich, und zeigt nur an, wie weit sich in einer gewissen Zeit der Körper dem Mittelpunkte f genähert hat, oder davon entfernet hätte, wenn die Schwerkraft nicht gewesen wäre.

III. Von dem Unterschied des Winkels, den a e und a b mit einander machen, hängt der erste Unterschied der krummen Linie ab. In einem Zirkel (fig. XXVI.) muß immer ein rechter Winkel seyn; denn hernach wird die Diagonal weder länger, noch kürzer werden, folgsam sich a weder dem Mittelpunkt der Kräfte f nähern, noch davon entfernen; der Stral (radius vector) um und um gleich bleiben, und also auch die Bewegung immer gleichförmig seyn. Wird aber der Winkel entweder immer stumpfer, oder spitziger, so kann nach dem Verhältnisse der Kräften eine Parabel, Hyperbel, oder Elypse beschrieben werden. Der Körper wird sich unter dem spitzigen Winkel von A bis I hinab (fig. XXVII.) immer dem Mittelpunkt der Kräfte f (Centro virium) näheren, und ge-

 schwin-

schwinder gehen: von l bis A hinauf aber vom F entfernen, und langsamer bewegt werden.

IV. Dieses wird noch einleuchtender, wenn wir betrachten, daß die Räume auch in dieser Figur A f d, d f h, h f g den Zeiten proportional, und immer gleich bleiben müssen, weil wir sie in unendlich kleinen, und also gleichen Zeiten beschrieben setzen, soll aber dieses geschehen, so müssen nothwendiger Weise die Seiten d h, h g, oder der Weg, den der Körper macht, immer um so größer werden, als die Stralen d f, h f ꝛc. abnehmen: wird aber der Weg in gleichen Zeiten größer, so muß die Bewegung zunehmen. Auf die nämliche Weise nimmt sie von l bis A hinauf beständig ab.

V. Weil die gleichförmigen Geschwindigkeiten eines Planetens in unendlich kleinen Zeiten sich verhalten wie die Seiten, oder Grundlinien a d, d h (fig. XXV.), die in d und h zu Tangenten werden, die Grundlinien gleicher Dreyecke aber gegen einander verkehrt sind, wie die auf sie gezogene Perpendikeln; so sagt man in der Astronomie, in der Centralbewegung seyen die Geschwindigkeiten in einem jeden Punkte der Laufbahne verkehrt, wie die aus dem Mittelpunkt f der Kräfte auf die Tangente gefällten Perpendiculärlinien.

Aufgabe. Die Zahl der Füße finden, welche der Mond in 1′ von seiner Laufbahne zurück legt.

Auflö-

Auflösung. Der Mond ist von der Erde 60 Halbdurchmesser derselben entfernet: seine Laufbahne muß also 60 mal größer, als der größte Zirkel der Erde, und da dieser 5400 deutsche Meilen enthält = 5400 + 60 seyn: welche die Meile zu 24000 Füße gerechnet 7776000000' betragen. Weil nun diese Laufbahn beynahe ein Zirkel, und also die Bewegung gleichförmig ist, mit welcher sie der Mond in 27. Tägen, 7. Stunden 43', das ist, alles zu Minuten gemacht, in 39343' durchläuft: so sage ich: in 39343' macht der Mond 7776000000, wie viel macht er in einer Minute.

$$39343 : 7776000000 = 1 : x$$
$$\text{also} \quad x = 197646.$$

Dieses wäre also der Bogen, den der Mond in 1' zurück legte, die Fraction weggelassen.

§. 108. Im Zirkel ist 1 die Centripedalkraft v allemal gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit C mit dem Diameter D dividiert, oder $V = \frac{C^2}{D}$, oder auch $= \frac{C^2}{\mathfrak{R}}$ $\mathfrak{R}$ für den Stral genommen.

2. Die nämliche Kraft gleichet dem Strale R mit dem Quadrate seiner periodi-

riodischen Zeit dividiert, $V = \frac{R}{T^2}$: in der nämlich der Körper einmal seine Peripherie durchläuft.

3. Wenn endlich die Centripedalkraft eines Körpers mit dem Quadrate des Abstandes R vom Mittelpunkte ein verkehrtes Verhältniß hat, so verhalten sich die Quadrate der periodischen Zeiten wie die Cubiczahlen ihrer Abstände vom nämlichen Mittelpunkte: oder wenn $V = \frac{1}{R^2}$, so ist $T^2 = R^3$.

4. Wechselweise wenn $T^2 = R^3$, so ist auch eben deßwegen $V = \frac{1}{R^2}$.

Denn erstlich. Weil die Bewegung im Zirkel gleichförmig ist, so ist in unendlich kleinen, also gleichen Zeiten die Geschwindigkeit, wie der Raum oder der Bogen a c b (fig. XXVI.) dieser als unendlich klein kann für eine gerade Linie, oder die Chorde a b angesehen werden. Macht man nun aus b auf dem Diameter a d die perpendikulär b e, so stellet a e die Centripedal-

pedalkraft im Zirkel vor: nun ist a b nach der Lehre der Proportionallinien die mittlere Proportional zwischen den Segmenten a e, und a d, folglich

$$ae : ab : ad$$

also $ae = \frac{ab^2}{ad}$ Das ist, weil $V = ae$. $C = ab$. $d = ad$, so ist $V = \frac{c\,2}{d} = \frac{C\,2}{2R}$; weil der Diameter aus zween Stralen, oder 2 R bestehet: und weil die halbe die nämliche Proportion haben, wie die ganze, ist auch $V = \frac{c\,2}{R}$

2. Im Zirkel ist wegen immer gleichförmiger Bewegung $C = \frac{S}{T}$ (§. 71.) Der Raum S ist hier selbst seine Peripherie, die der Körper beschreibt: diese aber verhält sich wie der Stral; also für S den Stral R gesetzt, ist $C = \frac{R}{T}$; nun alles quadriert, ist $C^2 = \frac{R^2}{T^2}$, und in der oben bewiesenen Formel $V = \frac{c^2}{R}$, für c^2 das $\frac{R^2}{T^2}$ substituirt, ist $V = \frac{\mathfrak{R}^2}{RT^2} = \frac{R}{T^2}$.

 3. Da

3. Da nun itzt $V = \frac{R}{T^2}$, wenn auch $V = \frac{1}{R^2}$, so ist $\frac{1}{R^2} = \frac{R}{T^2}$, und nach beyderseitiger Multiplication $T^2 = R^3$.

4. Weil itzt $T^2 = R^3$, so kann ich in der Formel $V = \frac{R}{T^2}$ für T^2 setzen R^3: so ist also $V = \frac{R^2}{R^3}$ = mit R dividiert $= \frac{1}{R^2}$.

I. Nach der ersten Formel $V = \frac{c^2}{D}$ wird durch die Uebersetzung $c^2 = v\,d$, und $c = \sqrt{v\,d}$: das ist: die Tangentialkraft a b, oder Geschwindigkeit, mit der ein Körper mittels der Centralkräfte fortläuft, ist gleich der Quadratwurzel aus der Centripedalkraft mit dem Diameter der Laufbahne multipliciert.

II. Wenn also $V = \frac{1}{R^2}$, so kann ein Körper, wenn auch $C = \sqrt{v\,d}$ einen Zirkel beschreiben.

III. Es ist zwar hier die Masse der Körper, sowohl derer, die sich um einen andern drehen, als dessen, um den sie sich drehen, ausgelassen worden; der ersten; weil die Centripedalkraft nur

nur von der Masse dessen herkömmt, um den sie sich drehen; des letzten aber, weil er z. B. die Sonne immer der nämliche (Constans) bleibt. Will man sie aber mit in Rechnung nehmen, so ist $V = \frac{M}{R^2}$, das ist, die Centripedalkraft eines Körpers ist mit der Masse dessen, um den er gehet, im geraden, mit dem Abstand davon aber im verkehrten Quadratverhältnisse.

IV. Aus $V = \frac{M}{R^2}$, und $\frac{R}{T^2}$ läßt sich nun die Masse derer Himmelskörper bestimmen, um die sich andere drehen: denn weil $\frac{M}{R^2} = \frac{R}{T^2}$, so ist, wenn wir R^2 durch die Multiplication übersetzen $M = \frac{R^3}{T^2}$, das ist, die Masse eines solchen Himmelskörpers stehet mit dem Würfel des Abstandes desselben, durch das Quadrat der periodischen Zeit dividiert im Verhältnisse. In zweenen solchen Körpern ist also

$$M : m = \frac{R^3}{T^2} : \frac{r^3}{t^2}.$$

V. In den Centralmaschinen ist die Centripedalkraft $V = \frac{MR}{T^2}$, wenn M die Masse des umgedrehten Körpers anzeigt: denn die Kraft

 ist

ist hier nichts anders, als das Product aus der Masse in die Geschwindigkeit: die Geschwindigkeit ist um desto größer, je größer der Radius, und je kleiner das Quadrat der Zeit ist, in der die Peripherie durchgelaufen wird; weil überhaupt $V = \frac{R}{T^2}$ (2te Formel) so ist dieses mit der Masse multipliciert $= \frac{MR}{T^2}$. Darum entfernen sich allemal Körper von größeren Massen weiter vom Mittelpunkte: dieses in mehrern Körpern genau zu bestimmen, können folgende Analogien dienen.

$$V : v = \frac{MR}{T^2} : \frac{mr}{t^2}$$

Wenn $M = m$. $V : v = \frac{R}{T^2} : \frac{r}{t^2}$

Wenn $R = r$. $V : v = \frac{M}{T^2} : \frac{m}{t^2}$

Wenn $\frac{R}{T^2} = \frac{r}{t^2}$ $V : v = M : m$.

Aufgabe. Die Centripedalkraft, oder Schwere des Mondes gegen der Erde 2. Den Abstand des Mercurius von der Sonne. 3. Die Masse der Sonne bestimmen.

Auflö-

Auflösung des ersten. Weil $V = \frac{C^2}{D}$, oder $\frac{acb^2}{D}$: so quadriert man nur den oben gefundenen Bogen 197646, und dividiert es mit dem Diameter der Laufbahne des Mondes, welcher 60 mal größer ist, als unser Erddiameter, oder weil dieser 1720 deutsche Meilen enthält = 1720 + 60 ist, so wird

$$V = \frac{c^2}{D} = \frac{197646^2}{2476800000} = \frac{39064941316}{2476800000},$$

$= 15$ Füßen. 15

Das ist, die Schwere des Mondes ist so groß, daß er, wenn ihn seine Tangentialkraft verließ, in einer Minute durch 15 Schuhe gegen der Erde herabfallen würde; wiederum die Fraction weggelassen.

Auflös. des 2ten. Aus dem vierten Theile des hier bewiesenen Satzes ist in zweenen Planeten, die sich um die Sonne bewegen $T^2 : t^2 = R^3 : r^3$. nach ihrer mittlern Entfernung von der Sonne betrachtet.

Nach dieser nun, und wenn wir die Parallaxe der Sonne $= 10\frac{1}{2}''$ annehmen, ist der mittlere Abstand der Sonn von der Erde beynahe 10000. Erddurchmesser; ihre periodische Bewegung um diese sind 12. Monate; die periodische Bewegnng des Merkurs um

um die nämliche Sonne sind 3. Monate. Nun setze ich so

$$T^2\,\text{♁} : t^2\,\text{☿} = R^3\,\text{♁} : r^3\,\text{☿}$$

$$12^2 : 3^2 = 10000^3 : x^3.$$ das ist, $144 : 9 = 1000000000000 : x^3$, und also

$$x = \frac{\sqrt[3]{9000000000000}}{144} = 3872.$$ Erddiameter. Auf die nämliche Weise lassen sich die Distanzen der übrigen Planeten von der Sonne aus den bekannten Zeiten ihrer periodischen Bewegungen nur in Monaten berechnen. Es sind aber diese bey der Venus 7, dem Mars 22, dem Jupiter 142, dem Saturn 351 Monate.

Auflös. des 3ten. Wenn wir die Berechnung nur nach den Tägen nehmen, so wissen wir, daß die Erde in 365. Tägen um die Sonne, der Mond in 27. um die Erde geht: der Abstand des Mondes von der Erde ist 60. halbe Erddiameter, und folglich 30. ganze; der Sonne aber 10000. Setzen wir nun die Masse der Erde $= 1$ so ist $\frac{R^3}{T^2}\,\text{☾} : \frac{R^3}{T^2}\,\text{♁} = M\,\text{♁} : M\,\odot$

oder $\frac{30^3}{27^2} : \frac{10000^3}{365^2} = 1 : x.$ das ist $\frac{27000}{729} : \frac{1000000000000}{133225} = 1 : x$, und endlich $x = 202665.$ Erddiameter. — Dieß wäre ungefähr die Masse der Sonne, die Neuton kleiner, Poscowich größer vorgiebt.

An=

Anmerk. Diese Aufgaben scheinen mir werth zu seyn, daß man sie den jungen Leuten bekannt mache: theils, weil sie praktische Anwendungen der algebraischen Formeln sind; theils, weil das Geheimnißvolle, welches man insgemein darinn zu stecken glaubte, wegfällt, womit man sieht, daß derley Berechnungen der Mathematikkündigern leicht, und nur denen, die in dieser Grundwissenschaft Fremdlinge sind, unmöglich sind.

§. 109. Die zur Beschreibung eines Zirkels erforderliche Tangentialkraft muß so groß seyn, als der Körper eine bekäme, wenn er mit zunehmender Bewegung bis zum halben Stral, oder den vierten Theil des Diameters $= \frac{d}{4}$ des nämlichen Zirkels fallen würde.

Nach dem vorhergehenden §. I. müßte diese $= \sqrt{ud}$ seyn: nun bekäme aber der Körper eine eben so große durch dieses Fallen, das ich also beweise. — In der zunehmenden Bewegung ist $S = \frac{CT}{2}$, und auch $S = VT^2$. Der Raum S ist hier $\frac{d}{4}$, so ist dann $\frac{d}{4} = VT^2$.

Nun

Nun ist auch $V T^2 = \frac{CT}{2.}$

Dividiert mit V, $T^2 = \frac{CT}{2V.}$

Dividiert mit T, $T = \frac{C}{2V.}$

Alles quadrirt $T^2 = \frac{C^2}{4V^2.}$

Multipl. mit v, $V T^2 = \frac{VC^2}{4V^2} = \frac{C^2}{4V.}$

$\frac{d}{4}$ für $V T^2$ substituirt $\frac{C^2}{4v} = \frac{d}{4.}$

Multipl. mit $4V$, $C^2 = \frac{4vd}{4} = vd.$

Endlich die $\surd$ ausgezogenen $C = \surd vd.$

I. Wenn also $V = \frac{1}{R}$ und die Tangentialkraft $= \frac{d}{4} = \frac{Af}{2} = Ab$ (fig. XXVI.) so wird ein Zirkel; ist sie kleiner z. B. $= Ah$, eine Ellipse. Ist sie größer z. B. $Ai = Af$ eine Parabel: ist sie noch größer, oder $= AK$ eine Hyperbel beschrieben.

Aufg. Mit was für einer Geschwindigkeit soll ein Stein horizontal geworfen werden, daß

daß er gleich einem Trabanten um die Erde beständig einen Zirkel beschreiben könnte? — 2tens. In was für einer Zeit würde er sich in diesem Falle um die Erde bewegen?

Auflös. des 1sten. Wir müssen hier die Geschwindigkeit suchen, die er durch seine beschleunigte Bewegung bis zum halben Erdstral bekäme. Wir finden sie durch die arithmetische Progressionsformel $u = a + d X (n - 1)$.

Nun aber 2tens das n, nämlich die Zahl der Glieder, oder die Zeit zu finden, in der er durch den halben Radius fiel, wissen wir, daß der ganze Erddurchmesser 1720. Meilen, folglich dessen 4ter Theil, oder halbe Stral 430. habe, welche in Schuhen 10320000. ausmachen. Ich sage dann zu 15. Schuhen braucht der Stein 1'', wie zum voraus bekannt ist, wie viel braucht er zu 10320000': Doch müssen wegen der beschleunigten Bewegung Quadrate der Zeiten genommen werden; so ist die Proportion $15' : 10320000' = 1^2 : x^2$.

folglich $x^2 = \frac{10320000'}{15} = 688000.$

Endlich $x = \sqrt{688000} = 829''$ irrat. Die Zahl der Secunden, in denen der Stein bis zum halben Stral fiel.

Da also $a = 15'$, $d = 30'$, wie bekannt ist, $n = 829''$, so ist nach der obigen Formel $U = 15' + 30' \times 828'' = 24855'$ die Geschwindigkeit, oder der Raum, den der Körper in 1''

mit

mit gleichförmiger Bewegung durchlaufen, und mit der er mittels der Centripedalkraft = 15, so wie der Mond, sich immerfort um die Erde in einem Zirkel bewegen werde.

Auflös. des 2ten. Weil 24855′ der Bogen ist, den dieser neue Mond in 1″ machen würde, und die Bewegung im Zirkel gleichförmig ist, so sagt man nur also: zu 24855′ braucht er 1″: wie viel braucht er um den ganzen Erdzirkel.

$$24855' : 1'' = 5400 + 24000 : x$$

$$x = \frac{5400 + 24000}{24855} = 5214''$$

so hat man auch die Zeit seiner periodischen Bewegung um die Erde; und die, wenn man zweymal mit 60. dividiert 1. Stunde, 26. Minut. und 54″ beträgt.

Anmerk. Da die Laufbahne der Planeten beynahe Zirkeln sind, so können wir uns mit der Bestimmung der Centralkräften für die Zirkellinien begnügen lassen.

Eine physikalische Erklärung der Ellipse, und die Grundlehre der Parabel machen hier noch eine wichtige Stelle aus.

Zweyte Anmerk. In der Ellipse (fig. XXVII.) ist A der weiteste Abstand (apsis summa); I der nächste (apsis ima) A I die größte Axe (axis major, transversus) B B die kleinere (axis minor, conjugatus); F f

die

die Brennpunkte. Ihre Distanz; f c die Excentricität (excentricitas).

Die Parabel ist eine krumme Linie, in der sich die Abscissen verhalten, wie die Quadrate der ganzen, oder halben Ordinaten. Y ist der Gipfel (vertex parabolæ) A D bestimmt die Weite (amplitudo jactus parabolæ).

§. 110. Wenn die Projectionskraft im weitesten Abstande A (in apside summa fig. XXIX.) schwächer ist, als wie der Körper durch den beschleunigenden Fall bis zum halben Erdradius eine bekommen würde, zugleich aber die Centripedalkraft immerzu $= \frac{1}{R^2}$ so kann der Körper eine Ellipse beschreiben.

Weil die Tangentialkraft in A zu schwach ist, so wird die stärkere Centripedalkraft den Körper, so bald er von A weg ist, sogleich näher f hereinziehen, der Winkel der zwoen Kräfte wird dann schon spitziger, die Diagonal etwas länger, und die Bewegung geschwinder: und weil der Körper itzt dem Brennpunkte näher kömmt, selbst die Centripedalkraft stärker, die ihn dann noch mehr gegen f r ziehet. Weil ferner diese Kraft a e in a mit der Projectionskraft a b einen schiefen Winkel macht, so kann

sie in a o, und a r = o e aufgelöst werden: Der Theil a o, da er die ganze Seite A I herab mit der Projectionskraft a m nach einer Richtung, und Parallel wirkt, denn auf allen Punkten läßt sie sich so auflösen, muß nun diese nothwendiger Weise bis in I selbst vermehren, und die Bewegung beschleunigen helfen, da o e nur die Bewegung befördert.

Kömmt nun der Körper in I, so bringt er eine gar zu starke Projectionskraft mit sich hin, von der er dann zu stark anfänglich gegen K, hernach gegen R hinübergerissen wird: auf welche Art nothwendiger Weise ein stumpfer Winkel, eine kürzere Diagonal, und eine größere Entfernung von Brennpunkte f erfolgen muß. Wächst die Entfernung, so nimmt die Centripedalkraft ab. Und wenn wir diese, oder a e hier weiter in die Perpendikulär a r auf die Tangentialkraft a n, und Parallelkraft a o auflösen, so sehen wir, daß o e = a r die Krümmung verursache, a o aber itzt herabziehe, folgsam die hinaufwirkende a n in der ganzen Seite I A hinauf verminder, so zwar, wie sie dieselbe auf der andern herab vermehrt hatte, bis sie in A wiederum der ersten Projectionskraft gleich wird. Daraus folgt nun

I. Ist die Centripedalkraft $V = \frac{1}{R^2}$: das ist, sie wächst, und nimmt immer verkehrt wie das Quadrat der Distanz, oder wie man sagt, sie

ist

ist veränderlich (variabilis). Die Tangentialkraft aber bleibt für sich selbst immer die nämliche, sie wird nur von jener itzt vermehrt, itzt vermindert.

II. Eben deßwegen, weil die Schwungkraft von A in I wieder also vermehrt wird, wie sie von I auf A vermindert worden, muß die Bewegung immer fortdauern, und die beyden Kräfte erhalten sich einander in den Schranken der Laufbahne.

III. Weil zur Beschreibung eines Zirkels sowohl das nöthige Verhältniß der Kräfte, als ein rechter Winkel erfodert wird, wird in der Ellipse kein Zirkel möglich werden: und zwar nicht in A, noch I, obschon da ein rechter Winkel, und wenn A zweymal soweit von f absteht, als I, hier die Schwere 4mal stärker, als dort ist: denn weil ein Zirkel $V = \frac{C^2}{R}$, wenn in $A\,C = 1$, in $I\,C = 2$, so müßte die Centripedalkraft in A zu der in I seyn, gleichwie $\frac{1}{2} : \frac{4}{1} = 1 : 8$, das ist, in I müßte eine achtmal größere Centripdalkraft seyn, als in A, wenn sich der Körper nicht mehr weiter von f entfernen soll: da sie also nur 4mal größer ist, ist sie noch zu schwach.

In B B wäre zwar die Schwungkraft zur Beschreibung eines Zirkels zureichend, allein hier mangelt den Kräften der rechte Winkel.

In allen übrigen Punkten gehen beyde ab, und kann also nirgends ein Zirkel möglich werden.

IV. In allen gegenüberstehenden Punkten z. B. in A, und I muß die Ellipse eine gleiche Krümmung bekommen. In I ist die Geschwindigkeit noch so groß, als in A, und die Centripedalkraft 4mal stärker, verkehrt nämlich wie das Quadrat des Abstandes von f. Nun ist in der beschleunigten Bewegung $S = V T^2$. In I ist $V = 4$, $T^2 = 1$. In A $V = 1$, $T^2 = 4$: also überall $V T^2 = 4$. Und also S, oder der Raum $a e = I X$: das ist, der Körper kömmt in der halben Zeit mit der 4mal größern Schwerkraft um eben soviel dem Brennpunkte näher, als in A mit der ganzen Zeit, und einfachen Kraft. Die Linien a e und I X sind einander gleich, so muß dann auch die Krümmung $I S = A d$ seyn. Daraus sieht man ferner, daß der Bogen, welchen der Körper in der ganzen Zeit, da er A d macht in A, in I schon $I R = 2 A d$ machen müsse; und daß also auf allen Punkten die nämliche Krümmung bleibe, weil die Zeit, und Kraft immer abwechseln.

§. 111. Wenn ein Körper von zwoen Kräften getrieben wird, deren eine gleichförmig, die andere gleichförmig beschleunigend, und Parallel fortwirkt, so beschreibt er eine Parabel.

2. Ein

2. Ein jeder horizontal, oder schief geworfener Körper beschreibt beynahe eine solche krumme Linie.

Denn weil A B gleichförmig fortwirkt, (fig. XV.) A C beschleunigend, so werden die Semiordinaten n r, s y &c. immer gleich, und die Abscissen a n, a s, a c aber immer grösser werden, so, daß sich die ersten als gleichförmig verhalten wie die Zeiten 1, 2, 3 ꝛc. die letztern aber, wie die Quadrate der Zeiten: so verhalten sich dann die Abscissen a n, a s, a c wie die Quadrate der Semiordinaten: oder es ist $an : as = nr^2 : sy^2$ &c. So eine Linie aber ist eine halbe Parabel: so ist a x y d eine halbe Parabel.

Werfen wir nun einen Körper so in die Höhe, daß die Direction des Wurfes A B mit dem Horizonte A D (fig. XXIX.) einen schiefen Winkel macht, so würde ihn die Wurfkraft A B in der ersten Secunde bis in M tragen: da aber die Schwere = A e gegen C zurückzieht, so macht er die Diagonal A X, wie das Parallelogramm A m n X zeiget. In der zweyten Secunde gelangte er, wenn er in M wäre, des Wurfes halber in N, da aber itzt die Schwere schon einen Zug = A o = 4 A e auf ihn wirkt, und N y = A o, so kömmt in y. In der dritten wurde er so von N in P. In der vierten endlich in B kommen; da ihn aber bey N die Schwere durch A r = 9 A o, in B

 durch

durch a c = 16 A e herabdrückt, und A r = P Z, A c = B d, so muß er in der vierten in D kommen. Nun wachsen hier die Ordinaten e x, o y &c. wie die Quadrate der Zeiten: so ist dann A e: A o = e X^2 : o y^2, oder die Abscissen verhalten sich gegeneinander, wie die Quadrate, oder Ordinaten. a x y z d sind also Punkte einer Parabel, die ein solcher Körper in 4″ beschreibt.

Ein ähnliches geschieht, wenn der Wurf herabgeht: denn auch hier ist A e: 4o = e x^2: o y^2 : A x y z d ist also wiederum eine halbe Parabel.

I. Da nun der Mittelpunkt der Erde soweit von der Oberfläche entfernet ist, daß wir auch mehrere Fäden neben einander, an welchen Gewichtern hangend, für parallel ansehen, so können auch bey einem auf horizontal, oder schief geworfenen Körper, einer Bombe, die Richtungen der Schwere als gleichlaufend gehalten werden. Sie beschreiben also beynahe eine Parabel: ich sage beynahe; denn nach aller Schärfe genommen, wirkt in der Sache selbst die Schwere gegen den Mittelpunkt der Erde zu, und also nicht parallel.

II. Unter einem Elevationswinkel B A D von 45° wird die Parabel am weitesten, und es läßt sich daraus unter einem jeden größern, oder kleinern Winkel die respondierende Seite bestimmen. Doch machen der ungleiche Trieb

des

des Pulvers, der Widerstand der Luft, u. a. alle Rechnung unsicher, und vereiteln oft die Geschicklichkeit der ersten Artilleristen.

Der Nutzen dieser Gegenstände wird sich wieder am Ende des folgenden Abschnittes füglicher anbringen lassen.

Fünfter Abschnitt.

Von den wirklich in der Natur vorhandenen Kräften der Körper.

§. 112. Wir haben hier das wirkliche Daseyn der Centralkräfte, dann der anziehenden, und zurücktreibenden Kraft zu untersuchen.

* Heut zu Tage sind die Naturkündiger über die Art der heimlichen Bewegungen durch die Centralkräfte zwar einig; doch wollen sie die Karteslaner, selbst der Herr Euler, der im übrigen die allgemeine Attraction als ein Phönomen annimmt, von einer äußern flüßigen Materie herleiten, von der sie entweder so herumgetragen, oder herumgetrieben würden.

§. 113. Erfahrung. Alle Planeten werden wirklich in beständigen krummen ellipsischen Linien (fig. XXXI.) um die Sonne, alle Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten bewegt, so, daß der Mittelpunkt der

Kräfte selbst der Brennpunkt der Ellipse ist, in welchem sich die Sonne, oder der Hauptplanet befindet. 2. Obschon diese Bewegung nicht gleichförmig, sondern vom weitesten Abstande A bis zum nächsten I hinab beschleunigend, von I bis zum A aber abnehmend ist; so sind doch die Räume von dem Mittelpunkte der Kräfte ausgerechnet der Zeiten proportional. 3. Bey allen diesen Bewegungen verhalten sich wirklich die Quadrate der periodischen Zeiten, in denen nämlich die Hauptplaneten um die Sonne, die Nebenplaneten um die Hauptplaneten gehen, wie die Würfeln ihrer mittlern Abstände (*) 4. Eben diese Gesätze beobachten auch sogar die Kometen, ob sie schon in sehr zusammengedrückten Ellipsen, die man als Parabeln annehmen kann

(*) Dieß ist die berufene Erfindung des großen Kepplers. Es nahm dieser große Astronom wahr, daß sich alle Planeten itzt geschwinder, itzt langsamer bewegten: und daß der Diameter der Laufbahne eben so immer länger und kürzer wurde. Er setzte dann indessen nur hypothesweise die Ellipsen anstatt der bisher gewöhnlichen excentrischen Zirkeln in seinem Plan, mit so glücklichem Erfolge, daß bald hernach die Sternkündiger seine dreyfache Bemerkungen wegen wunderbarer Einstimmung aller Beobachtungen als astronomische Gesätze annahmen. Wie dann selbst der größte Neuton, von dessen Ruhm alle Welt voll ist, seine ganze so erhabene Theorie darauf gebauet, den Keppler frey als seinen Lehrmeister erkennet hat. -- -- Und diesen Mann, soll ich es aussagen, ließ sein undankbares Vaterland im Elende schmachten, der selbst den Himmelskörpern Gesätze vorschrieb.

kann (*) einhergehen, so zwar, daß sie nach Neutons Vorschrift, Halley, und nach ihm alle

(*) Der erste, der die Kometen in Parabeln herumgehen ließ, war schon vor dem Newton wieder ein Deutscher, ein sächsischer Geistlicher, Dörfl mit Namen. --- Da ich hier von den großen Männern Deutschlands schreibe, muß ich eine Stelle einrücken, die mir vor kurzem zu Handen gekommen ist. Caramuel in Mathesi bicipiti Syntagm. 8. Nro. 94. behauptet ausdrücklich, daß der Erfinder der Logarithmen, einer in der Mathematik so wichtigen Entdeckung nicht der Schottländer Neper, sondern ein Bayer, Johann Georg Hörwart, Graf von Hochenburg, gewesen seye. Hier sind seine Worte: „Von dem Erfinder dieser künstlichen Zahlen (der „Logarithmen) zweifelt niemand: denn alle halten davor, es seye Neper gewesen; doch wird „der bald anfangen an der Sache zu zweifeln, wel„cher das vom Petro Gassendo geschriebene Leben „des Tychons durchblättert: dort sagt er auf der „455ten Seite des 5ten Buches, daß Johann „Georg Hörwart, geheimer Rath des Herzogs von „Bayern, dem Tycho geschrieben habe; er trage „gar kein Bedenken bey der Auflösung eines „Dreyecks, sich anstatt der Multiplication und Di„vision die Addition und Subtraction zu bedie„nen: welches, daß es geschehen könne, Gassen„dus behauptet, und nachher, und in seinem Lo„garithmen-Canon Neper gelehret hat. Es hat„te also Hörwart schon vor dem Neper die Loga„rithmen erfunden" also Caramuel.

Die große arithmetische Tabellen dieses Hörwarts, die wir hier haben, und die schon 1610. gedruckt sind, da doch Neper seinen Canon erst 1614.

le Naturkündiger so, wie andere Planeten daraus berechnen, ihren Weg bestimmen, und die Zeit ihrer künftigen Erscheinungen vorhersagen, und daß noch nicht eine einzige astronomische Beobachtung wahrhaftig widersprochen habe. 5. Obschon die Planeten in ihrem Laufe um die Sonne, und besonders den Mond in seiner Bewegung um die Erde von diesen dreyen Gesätzen etwas abweichen, so geschieht es nur, wenn sie bey einem andern Planeten vorbeygehen. 6. Und dieß zwar so genau, daß allemal ihre Abweichungen merklicher sind, wenn entweder der Planet, bey dem sie vorbeygehen, von größerer Masse ist, oder wenn sie näher vorbeygehen. 7. Die Laufbahnen der Planeten liegen nicht in einer, sondern verschiedenen sich durchkreuzenden Flächen. 8. Die Kometen gehen oft durch alle diese Laufbahnen, wie es unter andern der im Jahre 1744. von dem Herr Euler entworfene that, der außer dem Saturn angefangen durch alle Planetenkreise, bis inner den Mercurius herab, und dann wiederum durch alle hinaufgestiegen ist.

Anmerk. Eine weitschichtige Erklärung des kopernikanischen Systems würde wohl überflüßig seyn: man sieht in der 31sten Figur ohnehin,

---

1614. bekannt machte, sind redende Beweise von den Verdiensten des thätigen Mannes auch in der Mathematik, und daß er wirklich schon vorher die vortheilhafte Rechnungsart der Logarithmen benutzet habe.

nehin, daß die Kreise 1, 2, 3, 4, 5, 6 die Laufkreise des Merkurius, der Venus, der Erde, des Mars, des Jupiters, und des Saturns sind.

§. 114. Die zwo Centralkräfte befinden sich wirklich in der Natur.

2. Alle Hauptplaneten haben gegen der Sonne, alle Nebenplaneten gegen ihren Hauptplaneten zu eine Schwere.

3. Diese stehet mit dem Quadrat des Abstandes von der Sonne, oder dem Hauptplaneten im umgekehrten Verhältnisse, oder $V = \frac{1}{R^2}$.

1. Es ist §. 108. bewiesen worden, daß zu einer jeden krummen beständigen Linie die zwo Centralkräfte erfordert werden: nach dem ersten kepplerischen Gesätze, und der 1sten und 4ten Erfahrung beschreiben die Hauptplaneten, und Kometen um die Sonne, alle Nebenplaneten um die Hauptplaneten beständige krumme elyptische Linien: so müssen sie dann diese zwo Kräften wirklich haben; außer man mache mit dem Keppler lebendige Geschöpfe aus ihnen, und eigne ihnen eine thierische Kraft zu, oder lasse sie gar von Engeln tragen.

2. Wenn

2. Wenn in einer krummlichten Bewegung die Räume den Zeiten proportional sind, so muß wirklich eine Kraft nur gegen dem Mittelpunkte der Kräfte zu wirken (§. 108. III.) das ist, es muß eine wahre Centripedal- oder Schwerkraft vorhanden seyn. Es sind aber die Räume den Zeiten proportional, wie das zweyte kepplerische Gesätz, und die 2te und 4te Erfahrung lehret, so müssen die Hauptplaneten wirklich gegen der Sonne, die Nebenplaneten gegen dem Hauptplaneten eine Centripedalkraft haben; das ist; sie müssen gegen denselben zu schwer seyn.

3. Wenn sich die Quadrate der periodischen Zeiten verhalten, wie die Würfeln der Abstände von dem Mittelpunkte der Kräfte, so muß wirklich die Schwere mit dem nämlichen Abstande ein verkehrtes Quadratverhältniß haben: nach dem dritten kepplerischen Gesätze, und der 3ten und 4ten Erfahrung geschieht dieß wirklich bey den planetischen Bewegungen, folglich ist wirklich

$$V = \frac{1}{R^2}.$$

I. So, wie ein jeder Stein in die Erde, so ist ein jeder Planet in die Sonne, der Mond gegen uns herab schwer, wie ich noch unten mit mehrern zeigen werde.

II. Doch därfen sich die furchtsamen Peripatetiker nicht sorgen, daß er ihnen auf die Köpfe falle: denn ob es schon geschehen müßte,

wenn

wenn ihn seine Wurfkraft verließe, so wird ihn aber doch diese, so lang die Welt stehen soll, nie verlassen.

III. Was hier von unserm Monde gesagt worden, ist auch von den 4. Monden des Jupiters, und von den 5. des Saturns zu verstehen.

§. 115. Diese Schwere der Himmelskörper ist gegenseitig, 2. allgemein, 3. mit der Masse desjenigen Körpers, gegen die andere schwer sind, in gerader Proportion.

Denn 1. Wenn ein Planet, zum Beyspiel, der Mond bey einem andern, z. B. bey dem Mars (fig. XXXI.) nahe vorbeygeht, so weicht er von seiner elyptischen Laufbahne in etwas ab, (5te Erfahr.) ja oft beyde verursachen gegen einander solche Verirrungen: es muß also der Mond nicht nur in die Erde, sondern auch in den Mars; und so auch der Mars in den Mond schwer seyn. Aus eben diesem folgt

Der zweyte Theil: denn diese Abweichungen zeigen die astronomischen Beobachtungen in allen Planeten, und Nebenplaneten. Für das dritte stehet erstens die nämliche Erfahrung: diese Verwirrungen der Planeten wider die kepplerische Gesätze sind allemal um so beträchtlicher, je größer die Masse dessen ist, dem sie

sich

sich nähern. So verwirren sich Jupiter und Saturnus einander weit mehr, als die übrigen, weil sie nämlich auch an den Massen alle, die Sonne ausgenommen, übertreffen.

2. Nur die Planeten von minderer Masse gehen um die von größerer: sie gehen aber um diese, weil sie in dieselbe schwerer sind, als dieselbe in sie: so ist dann die Schwere der Himmelskörper mit der Masse dessen, in den sie schwer sind, im geraden Verhältnisse.

I. Es sind also nicht nur die Planeten in die Sonne, der Mond gegen die Erde, sondern auch die Sonne gegen jenen, die Erde gegen den Mond schwer.

II. Da nur die Tangentialkraft die Planeten hält, daß sie nicht ihrer Schwere halber in die Sonne fallen. Dieser hat auch Neuton eine Bewegung um den gemeinschaftlichen Mittelpunkt des ganzen Systems gegeben, um welche sie, wie Clerc davor hält, in 6. Monaten gehet, und den er zwar selbst in dem Sonnenkörper aber ganz nahe an der Peripherie setzt: weil sie sich sonst in den nächsten Planeten stürzen müßte, in den sie eben sowohl schwer ist, als er in sie. Die Erde, der Jupiter, und der Saturnus haben so einen Sturz in ihre Monden nicht zu befürchten: ihre Tangentialkraft ist sowohl der Schwere in die Sonne, als der in diese schon gewachsen.

III. Da

III. Da die Massen der Planeten gegen der Sonne gerechnet so klein, ihre Distanzen von einander hingegen so groß sind, und überhaupt $V = \frac{M}{R^2}$, so wird ein Planetenraub nicht möglich werden. Wir haben uns nicht zu bekümmern, daß uns einmal der Saturn, oder Jupiter von der Sonne weg, und zu sich hinaufreisse, wie Whiston von den Cometen lehret.

§. 116. Die irdische Schwere stimmet mit der des Mondes genauest überein.

Nach der Auflösung der ersten Aufgabe (§. 109.) ist die Schwere des Mondes so groß, daß er von seiner Laufbahne aus, wenn ihn seine Wurf- oder Schwungkraft verließ, in einer Minute durch 15′ gegen der Erde herabfallen würde. Sein Abstand von der Erde sind 60. Halbmesser derselben: wenn er sich also auf der Oberfläche derselben befände, das ist, 60mal näher da wäre, so müßte seine Schwere 60mal größer seyn; weil die Schwere wächst, wie das Quadrat der Distanz abnimmt; das ist, er müßte $15 + 60^2$ in einer Minute machen. Nun besteht die Minute aus 60″, ich sage dann also: in 1′, oder 60″ machte der Mond $15 + 60^2$: wie viel würde er in einer Secunde machen; weil aber die Bewegung zuneh-

nehmend ist, so müssen Quadrate der Zeiten genommen werden; es ist also:

$$60''^2 : 15 + 60^2 = 1''^2 : x.$$

$$x = \frac{15 + 60^2}{602} = 15'$$

Der Mond würde also gerade weggenommen in 1'' 15 Füße machen: eben dieß machen die irdischen Körper. Es stimmt also die Schwere der irdischen Körper mit der des Mondes genauest übereins.

Daher sehen wir I. die Nevtonianer den Mond nur als einen weit entlegenen irdischen Körper an. Herr von Justi in seiner Geschichte des Erdkörpers vorangesetzte Hypothese (*) hält ihn für ein von der Erde abgerissenes, und nur soweit weggeworfenes Stück derselben, daß es noch von dieser gehörig angezogen, um sie gedrehet werde, und zu derselben gehöre. Ein ähnliches sagt er von dem Trabanten des Jupiters, und Saturnus.

II. So, wie der Mond auf der Erdoberfläche die Schwere eines Erdkörpers, so würde ein Erdkörper an der Peripherie der Mondslaufbahne die Schwere des Mondes haben: das ist, er würde so, wie dieser, erst in 1' durch 15' fallen.

III. Es stehet also auch die Schwere unsrer irdischen Körper mit dem Quadrat des Abstan-

des

(*) Einleit. Seite 27. und folg.

des von dem Mittelpunkte der Schwere im ver- verkehrten Verhältnisse; oder auch hier ist $V = \frac{1}{R^2} = \frac{M}{R^2}$, die Masse der Erde dazu ge- nommen.

IV. Da nun die Schwere des Mondes mit der der andern Planeten, und mit der der irdischen Körper einerley Gesätze haben; so folgt endlich, daß die Schwere aller Körper einerley sey.

Erste Anmerk. Weil nun aus der Auflösung der dritten Aufgabe beynahe die Masse der Sonne gefunden; ihr Radius R, die Masse der Erde, und auch die Schwere unsrer irdischen Körper bekannt ist; so kann man die Schwere eines jeden Sonnenkörpers an ihrer Oberfläche finden, wenn man die Masse der Erde sammt ihrem Radius = 1 setzt; oder wenn $\frac{M}{R^2\,\text{♁}} = \frac{1}{1^2} = 1$; denn hernach ist $\frac{M}{R^2}\,\text{♁} : \frac{M}{R^2}\,\text{☉} = 15 : x$, oder $1 : \frac{202665}{1002} = 15 : x = 303'$. Das ist, ein Sonnenkörper würde in 1'', da ein irdischer durch 15' fällt, 303' wenigst zurücklegen, die Fraction weggelassen.

Zweyte Anmerk. Man sieht überhaupt, daß hier durch die Schwere allemal nur die Geschwindigkeit, oder beschleunigende Kraft der Körper verstanden werde.

§. 117. Die Schwere der großen Himmelskörper kann weder von den Wirbeln, noch was immer für einer Wirkung einer äußern Materie herkommen.

2. Auch kann sie kein in den Körpern liegendes Vermögen seyn, welche in diese andere schwer sind.

Nicht das erste; denn 1. gehen ihre Laufbahnen in verschiedenen sich durchschneidenden Flächen (7te und 8te Erfahr.) die der Cometen gar durch die Kreise aller Planeten; wie sollte es möglich seyn, daß ihre Wirbeln untereinander keine Verwirrung erregen müßten? und ein Wirbel kann wohl für alle diese so verschiedene Bewegungen nicht erklecklich seyn. Eben so müßten sich wohl die Wirbeln der Sonne, und der übrigen Fixsterne, dort, wo sie auf einander stoßen, vermischen, und aufheben, wie es zween Wasserwirbel thun, die wir in einer stehenden See, oder Weyher nebeneinander machen.

2tens. Eben so wenig erklärt der Druck einer äußern Materie sowohl diese wunderbare Bewegungen, als besonders jene der Cometen. Wie könnte es geschehen, daß der Comet, der itzt der Sonne so nahe ist, soweit davon weggebracht, dann wieder herzukäme.

3tens.

3tens. Die Bewegungen der Satelliten würden wohl gar nicht bestehen können: müßten nicht die des Saturns in die Sonne fallen, wenn sie zwischen ihr und dem Saturnus zu stehen kämen.

Auch nicht das 2te: Denn läge die Schwere in den Körpern selbst, so müßten sie alle Theile derselben haben: Der Körper also hätte gegen den andern eine größere Schwere, und Geschwindigkeit, der eine größere Masse hätte; so müßten die größern Himmelskörper um die kleinen gehen; die Erde gegen einen Stein, nicht dieser gegen die Erde fallen x.

§. 118. Wenn wir setzen, die Elemente haben eine Kraft, sich einander anzuziehen, so können alle Erscheinungen der Schwere bey dem großen Weltkörper nicht nur vollkommen erkläret werden, sondern sie müssen wirklich so geschehen, wie sie geschehen.

1. Die Planeten müssen gegen der Sonne, die Nebenplaneten gegen die Hauptplaneten schwer seyn, weil sie von denselben angezogen werden.

2. Die Schwere muß mit den Massen der Körper in Proportion stehen, gegen dem andere schwer sind, weil sie von dem Anziehen derselben herkömmt.

3. Die Schwere muß in verkehrtem Quadratverhältnisse stehen: Denn ein jedes Element wirkt sphärisch, und allenthalben gleich aus: so eine Wirkung aber nimmt ab, wie die sphärischen Oberflächen zunehmen: Das ist, wie das Quadrat der Distanz, oder des Radius wächst: was wir nun von einem Elemente sagen, das ist auch von einem Körper, und endlich auch von den ganzen Weltkörpern zu verstehen.

4. Die Schwere der Planeten muß gegenseitig, und allgemein seyn: Denn da alle Körper aus anziehenden Elementen bestehen, so müssen sie auch alle anziehen.

5. Die Verirrungen sind eine nothwendige Folge von dieser: denn würde der Mond von dem Mars nicht angezogen, so gieng er immer seinen Weg um die Erde fort: so aber zieht ihn bey C der Mars in etwas aus seiner Bahne hinaus, daß also nothwendiger Weise weder die Ellipse mehr genau die nämliche bleiben, noch die Räume den Zeiten proportional seyn können.

Anmerk. Daß die Tangentialkraft nur eine in der Natur der Körper selbst liegende Kraft sey, sehen wir aus der Auflösung zwoer Aufgaben. Bey §. 105. wo sich nämlich zeiget, daß ein Körper von außen so geworfen werden könne, daß er mit $V = \frac{1}{R^2}$ immerzu in eine Zirkellinie um die Erde gehen müßte. So ist dann

so

so eine Kraft auch in den Himmelskörpern zureichend, und eine innere überflüßig.

Von dem wirklichen Daseyn der Attraction.

§. 119. **Unter der anziehenden Kraft verstehen wir ein Vermögen eines Dinges, in einem andern eine Annäherung gegen sich, oder eine Bewegung dazu hervor zu bringen.** Einige der Neutonianern lassen die Attraction zwar als Phönomen zu, andere geben den Elementen eine wirkliche Kraft andere anzuziehen.

§. 120. **Erfahrung.** 1. Mit der Attractionstheorie stimmen alle Erfahrungen von dem Zusammenhange (§. 50.) und der Schwere sowohl der irdischen (§. 67.) als der ganzen Himmelskörpern (§. 119.) vollkommen übereins.

2. Sogar die Abweichungen der Planeten werden nur in diesem Systeme aufs genaueste berechnet.

3. Bey großen Bergen (§. 67. II.) herabfallende Körper nähern sich derselben.

4. Zween Wassertropfen in ganz kleinen Abständen nähern sich ebenfalls einander mit zunehmender Bewegung, und vereinigen sich in einem.

5. Ein Stückchen Löschpapier 2. oder 3. Fuße lang in Wasser senkrecht gehängt, zieht dieß so lang in die Höhe, bis es ganz davon ersättiget ist.

6. Die Salze zeigen eine erstaunliche anziehende Kraft, u. a. m.

§. 121. Es giebt also wirklich in der Natur eine Attraction.

1. Wenn man je starke Beweise für das Daseyn einer Kraft haben kann, so ist es die allgemeine Einstimmung aller Erfahrungen, und vollkommen entsprechende astronomische Berechnungen: Beyde haben wir hier (erste und zweyte Erfahrung).

2. Ohne anziehender Kraft läßt sich von einigen Erfahrungen, wie hier von der 3ten, 4ten, 5ten, und 6ten gar kein wahrscheinlicher Grund angeben, ja sie scheinen sie offenbar zu zeigen. Der Grund des Zusammenhanges der Elemente, muß überhaupt in den Elementen selbst liegen (§. 49.) Es scheinet dann die anziehende Kraft nothwendig zu seyn.

Es muß wirklich in den Elementen so eine Kraft seyn. Daher

I. Alle Körper einander anziehen, große und kleine: der Mond die Erde, so wie diese ja ein jeder Theil von dieser den Mond, und alle Theile, wie die Ebbe und Fluth beweisen.

II. Ihre Wirkung ist in den Körpern eine Geschwindigkeit, oder Bewegung zur Annäherung hervorzubringen: und diese heißt hier eigentlich die Schwere, oder beschleunigende Kraft (vis acceleratrix).

III. Stehet mit der Masse des anziehenden Körpers in gerader Proportion: das ist, wenn a aus 100, b aus 10. Elementen besteht, so würden sie sich also einander anziehen, daß b mit einer Geschwindigkeit = 100 gegen a, a mit einer = 10 auf b zurückeilten: oder die anziehende Kraft V = M, wenn M die anziehende Masse anzeigt.

IV. Mit dem Abstande vom Mittelpunkte hat sie ein verkehrtes Quadratverhältniß (§. 119. 3.) und also $V = \frac{M.}{R^2}$ Daher kömmt es, daß wir nicht in die Sonne oder den Mond fallen, auch wenn beyde culminiren: weil das Quadrat der Distanz derselben von uns gar zu groß ist. Herr Euler hat berechnet, daß sie auch im Neumonde zusammen genommen die Schwere eines Pendels in 50 Tagen erst um eine Schwingung, oder Secunde zu vermindern im Stande wäre.

V. Diese Wirkung der anziehenden Kraft mit der Masse des Angezogenen multiplicirt giebt die bewegende Kraft, oder das Gewicht (vim motricem pondus) $P = \frac{Mm.}{R^2}$ Diese ist also in A und b gegen einander gleich (III) weil

10 × 100 = 1000 und 100 × 10 = 1000 und von der eigentlichen Schwere wohl zu unterscheiden; wie Mako ausdrücklich anmerkt (*).

VI. Das Anziehen, in dem der Zusammenhang besteht, ist weit stärker, als das der Schwere: auch wirkt jenes in ganz kleinen Abständen, und steht mit der Menge der Berührungspunkte in Proportion.

VII. Da die anziehende Kraft eine erschaffene, folgsam beschränkte Kraft ist, und mit der Distanz abnimmt, so kann sie nicht ins Unendliche gehen, ob sich schon ihre Schranken nicht bestimmen lassen. Insofern sie den Zusammenhang der Körper bewirkt, sind die Gränzen in der Berührung: denn nur insofern ist sie nothwendig.

VIII. Aus $V = \frac{M}{R^2}$ folgert Newton

1. Wenn ein Punkt außer einer gleichartigen Kugelfläche in verkehrten Quadratverhältnisse der Entfernung angezogen wird, so wird er von der Kugelfläche in verkehrte Quadratverhältnisse der Entfernung vom Mittelpunkte ausgenommen angezogen werden. Denn wenn sich die vordern Theile zurücke, die hinter dem Mittelpunkte befindlichen aber vorwärts bewegten, so würde bey dem letzten das Anziehen um so stärker werden, als es bey dem ersten abnähme: weil dort die Distanz um so viel kleiner als hier größer

(*) Phys. Gen. Fol. 179.

ßer würde: es ist also eben so viel, als wäre aller ihre Kraft im Mittelpunkte der Kugelfläche versammelt: so wird dann die ganze Kugelfläche im verkehrten Quadratverhältnisse vom Mittelpunkte angezogen.

2. Befindet sich ein Punkt innerhalb einer Kugelfläche, so muß sie allenthalben ruhen; und zwar wenn er in der Mitte ist: Denn hernach ist das Anziehen aller Punkte offenbar gleich: aber auch außer demselben: denn ob schon hernach auf der Seite, der sie näher ist, weniger Punkte ziehen, so ist doch hier das Quadrat der Distanz kleiner: und so ist wieder das Anziehen von allen Seiten her gleich.

3. Auf der Oberfläche zwoer gleichartigen Sphären, müssen zwey gleich weit vom Mittelpunkte abstehende Punkte von den Sphären angezogen werden, gerade wie ihre Stralen sind: denn weil die Massen der Körper sind wie die Würfeln ihrer Stralen, wenn die Sphären sich in dem Mittelpunkte versammelten, die Punkte aber an ihren Stellen verblieben, so wäre die Schwere wie $\frac{M}{R^2} : \frac{m}{R^2} = \frac{R^3}{R^2} : \frac{R^3}{R^2} = R : V.$

Von der zurücktreibenden Kraft.

§. 122. Das Vermögen eines Dinges in einem andern eine Entfernung von sich zu verursachen, oder eine Be-

wegung dazu hervorzubringen, heißt die zurücktreibende Kraft.

Viele Attractionisten behaupten das Daseyn so einer Kraft in den Körpern. Kragenstein u. a. läugnen es.

§. 123. 1. Erfahrung. Wenn sich immer eine Entfernung eines Körpers von dem andern begiebt, ist eine Ursach angeblich: eine solche ist die Elasticität, Schwere, die Bewegung, in der sich der Körper befindet, und selbst oft das stärkere Anziehen, welches ein Körper auf einer Seite leidet als auf der andern.

2. Ist so eine Kraft nicht in den Körpern, so geschieht keine Entfernung eines andern, da doch hingegen eine Annäherung geschieht. So prellet

3. Zwar eine helfenbeinerne Kugel zurücke, nicht aber eine bleyerne, weil jene, und nicht diese elastisch ist rc. Das Scheidewasser löset ein Silber z. B. nur darum auf, weil sie die Theile desselben stärker, als sie sich einander selbst, anziehen, wie wir heut zu Tage alle sagen.

§. 124. Es scheinet also kein zureichender Grund vorhanden zu seyn in den Elementen jene zurücktreibende Kraft zu behaupten.

1. Zeigt die ganze Erfahrung nichts von einer wirklichen Repulsion. Nicht eine einzige richtige Zurückbewegung kann aufgebracht werden,

den, wo sich nicht eine andere Ursache angeben läßt: nie würden wir aber das Daseyn einer anziehenden Kraft der Elemente behaupten, wenn sich nicht offenbar Annäherungen zeigten, von denen keine andere Ursache angeblich ist. Da sich also von allen Entfernungen andere Ursachen angeben lassen, sehe ich nicht ein, warum man eine zurücktreibende Kraft behaupten soll. Wo keine Wirkung ist, ist ja auch keine wirkende Kraft vonnöthen.

Ich umgehe hier andere Gründe, die wider die Gesätze der Kräften, ihre Abwechslungen u. a. streiten. Poskowichs krumme Linie fängt heut zu Tage schon an als fabelhaft und so sehr zusammengesetzt gehalten zu werden, so einfach er sie aufdringen wollte. Aber läßt sich wohl die dafür neu angenommene durch eine allgebraische Formel, wie andere einfache Kräfte ausdrücken? Und wie kann man begreiflich machen, daß eine nämliche Kraft itzt anziehend, itzt zurücktreibend werde? Die Gleichniß mit unserer Seele scheinet wohl nicht passend zu seyn, als von derer Thätigkeit wir andere Proben, und die taugliche Erfahrung zu Zeugen haben: Die metaphysischen Gründe beweisen zwar die Möglichkeit, nicht die Wirklichkeit einer Sache, wenn sie nicht Erfahrung, oder Nothwendigkeit unterstützen.

I. Das Gesätz der Stättigkeit, auf welches Poskowich seine zurücktreibende Kraft gründete, hat keinen größern Grund, als den die unmittelbare Berührung bis auf ihn hatte, nämlich

lich die Erfahrung, und vielleicht die noch stärkere, die noch heute geltend ist. Jener ist noch bey weitem nicht so richtig, als diese; und alles was dafür hergebracht wird, zeigt mehr nicht, als daß alles in der Natur in einer Proportion zu- und abnehme, nicht aber, daß es nie einen Sprung gebe oder geben könne. Daß in diesem eine unendliche große Kraft hiezu nothwendig wäre, ist eine Spitzfindigkeit, die schon die Möglichkeit oder gar das Daseyn, einer unendlich großen oder kleinen Quantität voraus setzt, welches falsch ist: indem selbst Leibnitz bey Herrn von Wolf (*) durch unendlich große oder kleine nur anzeigen will, daß sich keine größere oder kleinere mehr angeben lassen, obschon einige seyn oder auch nicht seyn können: und ist dann die Einheit deßwegen unendlich klein, weil er keine kleinere ganze Zahl mehr giebt. Wer Eins vor keine Zahl annimmt, kann dieß von Zwey sagen.

II. Obschon die Undurchdringlichkeit ein allgemeines Phönomen ist, so bringt sie doch für sich selbst, wenn nicht die Elasticität, oder eine andere Kraft entzwischen kömmt, nie eine Wirkung oder Bewegung zur Entfernung hervor. Ich empfinde zwar die Mauer, wenn ich daran drucke, aber sie bringt die Empfindung nicht hervor. Die Empfindung geschieht insofern, als eine Veränderung in den empfindlichen Theilen meiner Hand geschieht: Diese Verände-

rung

(*) Vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur.

rung verursachet nur mein einziges Zusammendrücken: nicht aber die Mauer: nur jene also und nicht diese verursachet die Empfindung, und im übrigen läßt sich die Undurchdringlichkeit ohne alle weitere Kraft begreifen (§. 18.).

III. Die Elemente können auch ohne zurücktreibende Kraft auf unsere Seele wirken: theils durch die anziehende; theils durch den nämlichen Stoß, durch den sie mit der zurücktreibenden wirken würden, wenn sie nur beyde undurchdringlich sind, und wenn ein Element mit einer Bewegung gegen sie zuläuft.

IV. Die Elasticität kömmt nur von der anziehenden Kraft her, (§. 67.) und wie werden wohl die Repulsionsfreunde die Sachen erklären, wenn ein Körper seine Elasticität verliert, und wieder bekömmt, mehr oder minder elastisch gemacht wird: etwann durch die veränderte Attractions- und Repulsionsbögen; aber wie gekünstelt, wie fabelmäßig läßt nicht dieß?

Begriff des Körpers.

§. 125. Es giebt also in den Elementen nur eine anziehende Kraft, und diese gehöret zu dem Wesen derselben.

Diese beweisen die offenbaren Erfahrungen und Nothwendigkeit. Die Kraft der Trägheit, und die zurücktreibende aber keines.

§. 126. Der Körper ist ein aus anziehenden Elementen zusammengesetztes Ding.

Die-

Dieser Begriff kömmt nur den Körpern, aber auch allen Körpern zu:

I. Die anziehende Kraft ist kein Gesetz der Natur, noch minder eine verborgene Eigenschaft der Peripatetiker (æqualitas occulta), sondern die Natur und wesentliche Eigenschaft des Körpers selbst: so wie die Kraft zu denken oder zu vernünfteln der menschlichen Seele ist.

II. Daß diese Kraft eines Elements auf was anders wirke, ist nicht allemal eine Berührung vonnöthen. Wenigst wird es in ganz kleinen Distanzen noch wirken können: selbst scheint es der Begriff einer Kraft zu erheischen. Ist dieß einmal, so wird sie es auch in größern thun können.

§. 127. Nutzen der Gegenstände.

Die Centralbewegung hat im gemeinen Leben sowohl ihren Nutzen, als sie hingegen oft schädlich werden kann. Werfen wir nur auf die gemeinsten Maschinen einen Blick, so sehen wir, daß die, womit der Bauersmann das Getreide reiniget, Centralmaschinen sind: Sogar die Reiter ist eine solche. Es werden in derselben durch das öftere Hin- und Wiederdrehen, die leichteren Stoppeln in die Mitte, die schwereren Getreidkörner aber auswärts getrieben, und also diese von jenen abgesöndert. Die Mühlen gehören besonders unter diese Gattung: nur durch diese Bewegungsart sind wir im Stande das Getreide in kurzer Zeit zum schönsten, und feinsten Mehl zu zermalmen. Wie nothwendig

sie bey Töpferarbeiten, Porzellainfabriken, den Drechslern und hundert andern ist, wäre hier zu melden überflüßig.

Im Gegentheile hat man sich bey der Centralbewegung oft wohl in Acht zu nehmen. Die von einem umlaufenden Mühlstein losgerissene Stückchen, haben eine schreckliche Gewalt, und können auch tödtliche Wunden versetzen. Wie gefährlich sind nicht die Wasserwirbeln? Schwer beladene Schiffe reißen sie gegen ihren Mittelpunkt hinein, und stürzen oder verschlingen dieselben oftmals. Wenn wir uns öfters nach einander umdrehen, so werden wir schwindlicht und taumelnd: weil nämlich unser Blut und die übrigen Flüßigkeiten, in eben diese Bewegung gesetzt werden, welche in ihnen noch eine Zeit fortdauert, da wir schon stille stehen: daher es uns vorkömmt, als wenn sich alles außer uns umdrehete. Eine länger anhaltende derley Bewegung kann oft sehr gefährlich werden: Falls etwann das Blut zu sehr aus seinen Gefäßen gegen den äußeren Theilen des Körpers getrieben wird, und dann sich entweder in diesen zu sehr ansammelt, oder in jene nicht mehr zurück treten kann.

Ihrer anziehenden Kraft halber sind besonders die Salze zu empfehlen. Vor andern ziehen das Meer- und Weinsteinsalz die schweflichten und andere schädlichen Dünste an sich. Wer mit vielen Bleygießen, und andern Arbeiten, wo es solche die meiste giebt, beschäfftiget ist,

solle

solle ein Tuch vor die Nase halten, das er in eine derley Salzauflösung getaucht hat.

Wider die vergiften Ausdünstungen wird das Acutum album vorzüglich gerühmt, und kann denen, welche in tiefen Gruben, oder angesteckten Orten arbeiten, ein Verwahrungsmittel seyn. Zwiebel ziehet ebenfalls die vergiftete Dünste an sich, denen der Knoblauch widersteht. Daher man zur Zeit einer Seuche wohl von diesem, nicht aber von jenem essen soll. Nützlicher werden sie bey sich getragen, vor die Fenster gelegt ꝛc. Von diesem wird sich noch an einem andern Orte mehr sagen lassen.

Wie sehr das Gold besonders den Merkurius an sich ziehe, ist bekannt. Ein Dukaten zu ihn gelegt, verliert sogleich seine Farbe. Wem ein Merkurialdampf in das Gehirn gestiegen ist, wie es denen geschieht, die in Bergwerken arbeiten, oder mit Merkurius im Feuer vergolden, der darf nur ein Goldstück in den Mund nehmen, in einer kurzen Zeit wird es ihn herabziehen, dessen die blasse Farbe, die es bekömmt ein Zeuge ist, die aber auch bald wieder verschwindet, wenn der schädliche Gast auf einem Kohlfeuer, auf welches man das Goldstück legt, davon getrieben wird.

Eingeschlichene Fehler.

Seite	Fehler	soll heißen
24	unmittelbar	untheilbar
30	wird in der fünften Abhandlung vorkommen.	wird im fünften Abschnitte der vierten Abhandlung vorkommen.
31	stehet unmittelbar für die unmittelbare	stehet für die unmittelbare
44	zur goldenen	pur goldenen
45	$D = \frac{D}{V}$	$D = \frac{M}{V}.$
57	die offenbare Einstimmung mit dem Oele (§. 37.)	die offenbare Einstimmung mit dem §. 37.
74	oder dreyeckigen Würfeln.	oder Dreyecken, Würfeln.
75	ab, be, ef &c. einander	ab, be, ef &c. (fig. X.) einander
76	geschah, den ganzen Bogen von einander reißen	geschah, von einander reißen
77	dergleichen wir verschiedene nach allen Lagen hinsetzen können.	wird ausgelassen.

77 die

Seite	Fehler	soll heißen
77	die hineingedruckte Theile $\alpha\nu$, $\varepsilon\nu$	die hineingedruckte Theile $\alpha\gamma$, $\varepsilon\nu$
85	Ludwig der Vierzehnte	Ludwig der Fünfzehnte
92	durch die Kalcination ringer	durch die Kalcination schwerer
103	$T=VS$	$T=\sqrt{S}$
104	$1^2, 2^2, 3^3$	$1^2, 2^2, 3^2$
106	$S=\frac{\sqrt{T^2}}{v}$	$S=VT^2$
107	$x=\frac{15+5^2}{1^2}$ $=15+25$	$x=\frac{15\times5^2}{1^2}$ $=15\times25$
107	$\sqrt{s}:\sqrt{S}=y=$ &c.	$\sqrt{s}:\sqrt{S}=t:T.$
110	$1+60+60$ &c.	$1\times60\times60$ &c.
115	wenn er verändert wird. Der Grund 2c.	wenn er verändert wird, der Grund 2c.
128	$MC=MX+mx$	$MC=Mx+mx$

In allen Formeln vom Stoße sollen durchgehends nur kleine oder gleiche x seyn.

Seite	Fehler	soll heißen
129	$x=\frac{M+c}{M+m}$	$x=\frac{MC}{M+m}$
143	diese in e kommen	diese in h, oder von h in e kommen.
153	$xc=rc=sx$	$xc-rc=sx$
155	für beyde sucht	für alle sucht.
161	ad, dhg	ad, dh, hg
163	vis centripeda	vis centripeta
165	$5400+60$	5400×60
171	$1720+60$	1720×60

171

Seite	Fehler	soll heißen
171	oder $= \frac{acb^2}{D}$: so	oder $= \frac{acb^2}{D}$ (erste Formel) so
176	$= 5400 + 24000$	$= 5400 \times 24000$
176	$\frac{5400 + 24000}{24855}$	$\frac{5400 \times 24000}{24855}$
177	noch mehr gegen fr ziehet	noch mehr gegen F hereinzieht.
177	(Vertex parabolæ)	(Vertex parabolæ Fig. XXX.)
178	da o e nur die Bewegung befördert.	nur die Krümmung befördert.
181	Ar=9Ao	Ar=9Ae
181	nr, sy &c.	nx, sy &c.
182	muß er in der 4ten in D kommen.	muß er in der 3ten in Z, in der 4ten in D kommen.
182	wie die Quadrate oder Ordinaten	wie die Quadrate der Ordinaten
182	Ae : 4o=	Ae : Ao=

In der Fig. XXX. soll auf der Linie Ac, wo sie von Yy durchschnitten wird o, bey o aber r stehen.

Seite	Fehler	soll heißen
190	Sonne fallen. Dieser hat auch.	Sonne fallen: hat auch dieser.
191	Kiston.	Whiston.
191 192	$15 + 60^2$	15×60^2
196	daß die Tangentialkraft nur eine in der Natur.	daß die Tangentialkraft keine.

Seite	Fehler	soll heißen
201	$\frac{M}{R^2} : \frac{m}{R^2} = \frac{R^3}{R^2} : \frac{R^3}{R^2}$ $= R : \surd$	$\frac{M}{R^2} : \frac{m}{r^2} = \frac{R^3}{R^2} : \frac{r^3}{r^2}$ $= R : r$
202	Kragenstein	Krazenstein
206	æqualitas occulta	qualitas occulta

NB. Die übrigen Fehler wolle ein geneigter Leser nachzusehen um so mehr die Güte haben, als man theils das Werk in der Druckerey zu sehr beschleunigen mußte, theils der Verfasser selbst die Correctur nicht besorgen konnte.

Tab. I.

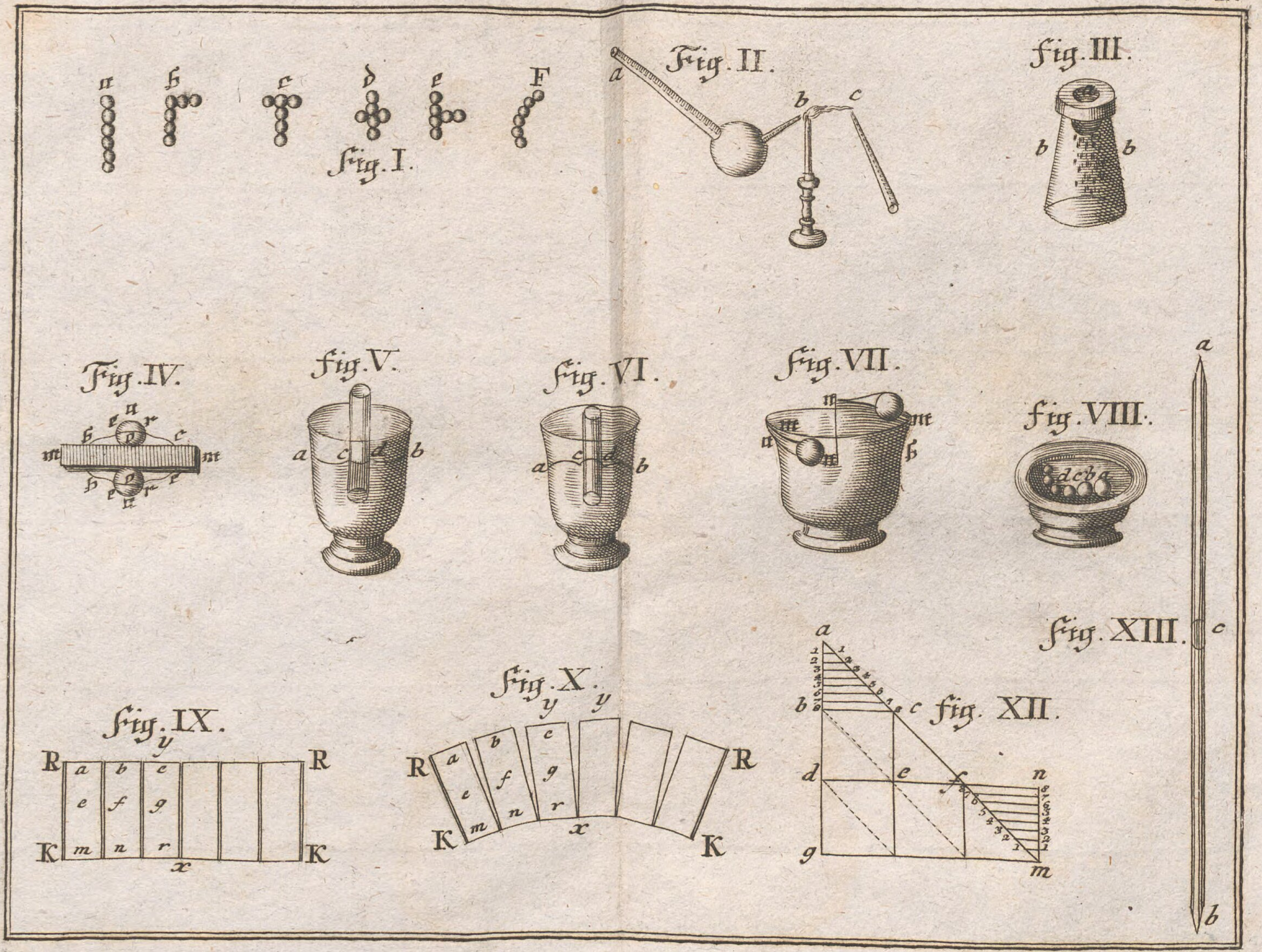
Fig. I.
Fig. II.
Fig. III.
Fig. IV.
Fig. V.
Fig. VI.
Fig. VII.
Fig. VIII.
Fig. IX.
Fig. X.
Fig. XII.
Fig. XIII.

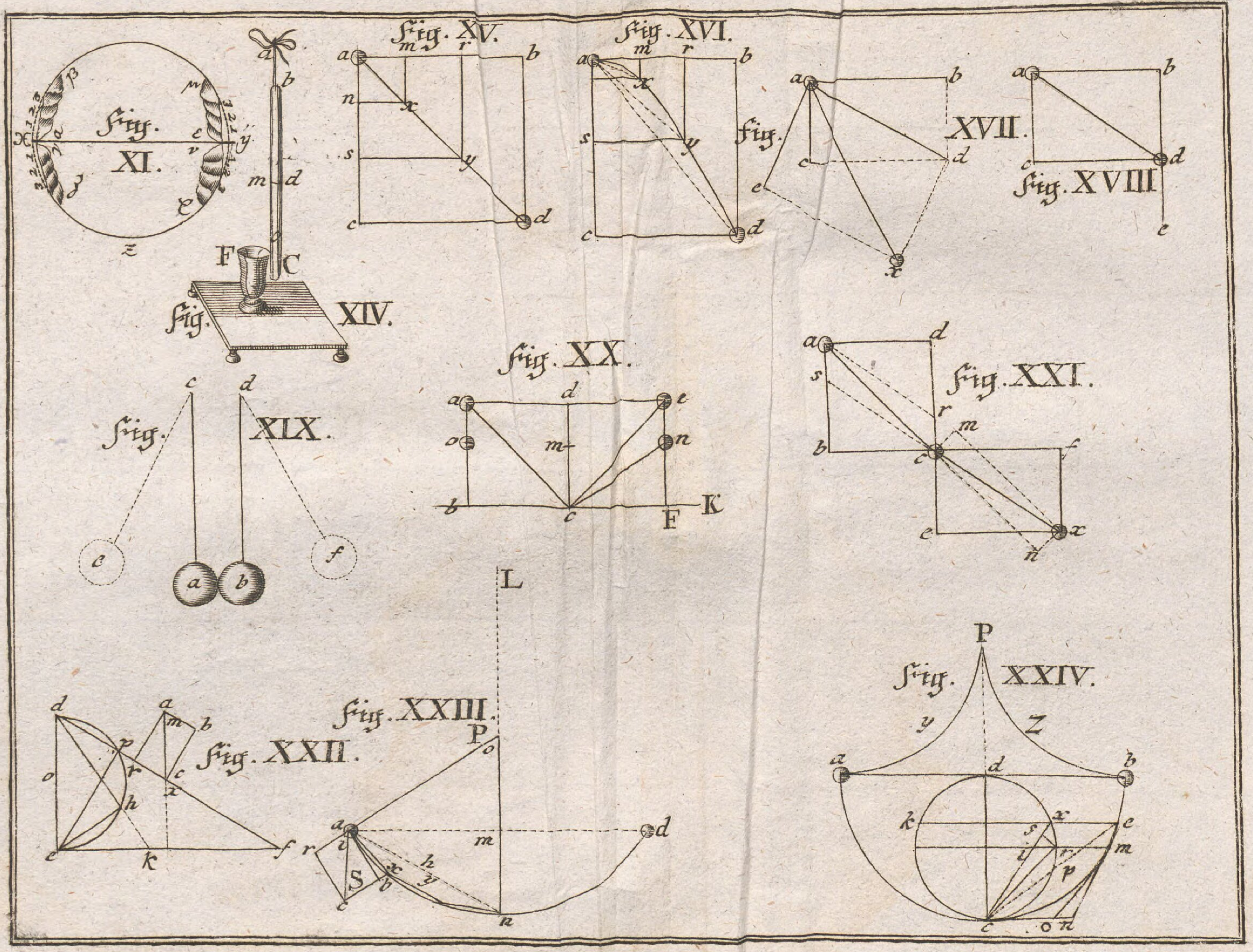
Fig. XI.
Fig. XIV.
Fig. XV.
Fig. XVI.
Fig. XVII.
Fig. XVIII.
Fig. XIX.
Fig. XX.
Fig. XXI.
Fig. XXII.
Fig. XXIII.
Fig. XXIV.

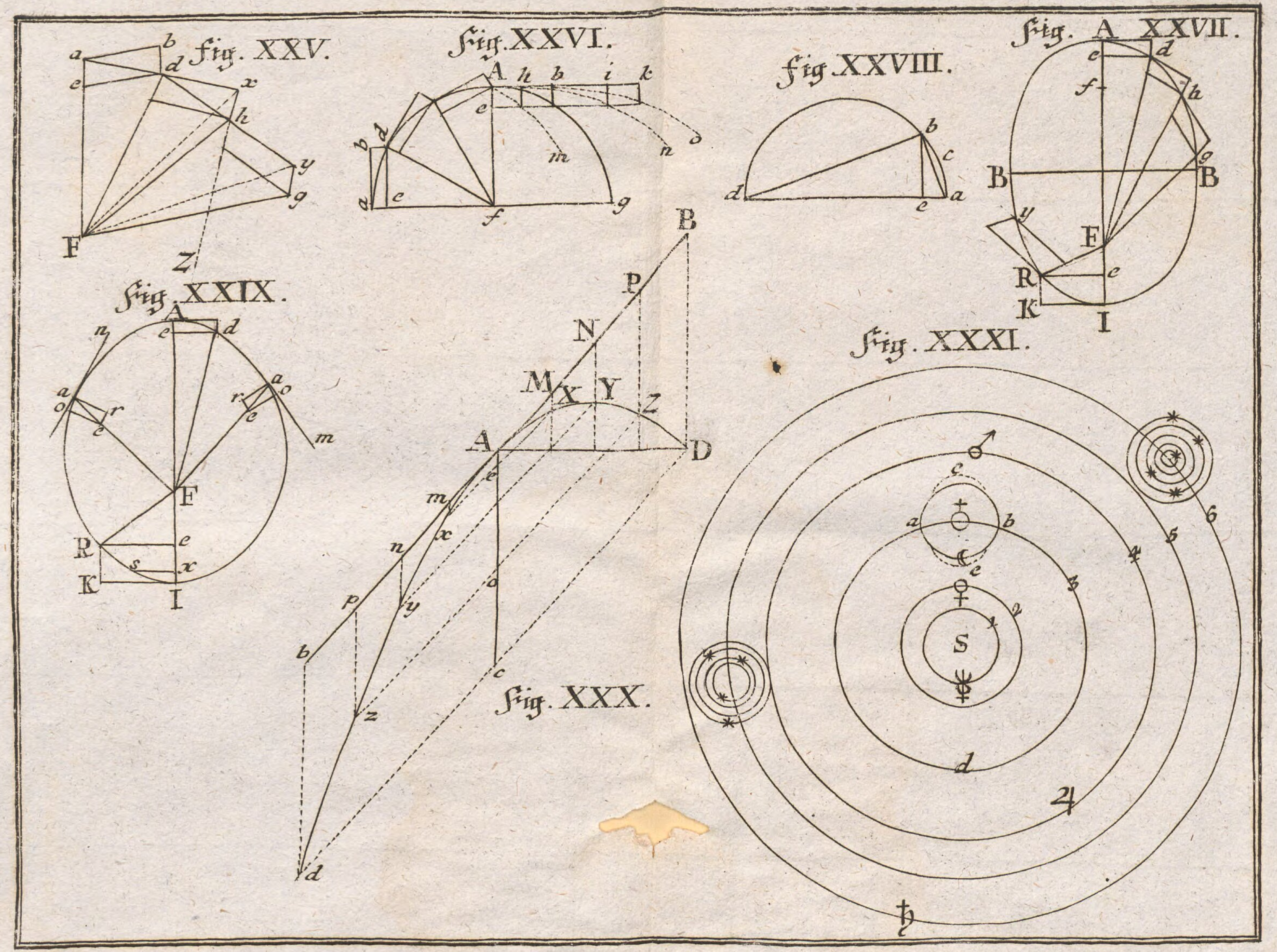
Fig. XXV.
Fig. XXVI.
Fig. XXVIII.
Fig. XXVII.
Fig. XXIX.
Fig. XXXI.
Fig. XXX.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Danzer, Joseph Melchior,

Entwurf einer theoretisch-praktischen Naturlehre

Augsburg 1777

Phys.g. 469 m
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10132059-8
VD18 14779668-002